

# naturalmente scienza

giugno 2023

anno 4

numero 2

quadrimestrale

## in questo numero:

IN PRIMO PIANO: *Intelligenza artificiale e stoltezza umana* di Stefania Senigaglia • *Intelligenza artificiale: è il capitalismo, bellezza!* di Maria Turchetto • *Intelligente a chi?* di Fabio Fantini • RITRATTO DI FAMIGLIA: *Salticidae* di Gianfranco Alemanno • FOCUS: *Metallo-antibiotici: una nuova età dell'oro?* di Alessia Fallocco • *Intervista a Sara M. Soto Gonzalez* di Alessia Fallocco • UNO SCATTO ALLA NATURA: *Igiene orale in fondo al mare* di Gianfranco Alemanno • CONTRIBUTI: *L'arte scientifica, la scienza artistica* di Tiziano Gorini • *Salvare Capo Feto è diventato urgente* di Mathia Coco e Bruno Massa • *Il cervello che legge e la letteratura* di Marirosa Di Stefano • *I riscontri attuali del Mito di Skylla e Cariddi* di Angelo Vezzana • *L'autocontrollo presso le popolazioni biologiche* di Pietro Omodeo • FARE SCUOLA: *L'esperienza è solo il primo passo* di Maria Arcà • *Bambini e animali* di Anna Aiolfi

*Direttore responsabile*

Alessandra Borghini

*Caporedattore*

Maria Turchetto

*Redazione*

Giambattista Bello, Paola Bortolon,  
Maria Castelli, Raffaello Corsi,  
Fabio Fantini, Lucia Stelli,  
Vincenzo Terreni

*Informazioni e contatti*

<https://www.naturalmentescienza.it>

[redazione@naturalmentescienza.it](mailto:redazione@naturalmentescienza.it)

+39 349 6396739

*Proprietà della testata*

Vincenzo Terreni

In copertina e controcopertina:

*Alba nella valle*, foto di Lucia Gasperini

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 2022

Edizioni ETS

Palazzo Roncioni - Lungarno Mediceo, 16 - 56127 Pisa

[info@edizioniets.com](mailto:info@edizioniets.com)

[www.edizioniets.com](http://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

## *Intelligenza artificiale: un pericolo per l'umanità?*

Questo è uno dei tanti titoli che è possibile trovare sull'argomento delle "macchine che pensano", una definizione che dovrebbe mettere in guardia qualunque lettore accorto. In questo numero proponiamo tre punti di vista diversi ma integrabili, per proporre alcuni stimoli di riflessione in un campo complesso e in piena evoluzione. Con la dotazione di un normalissimo pc, chiunque può già realizzare, con programmi facilmente ottenibili, immagini e voci di persone completamente inventate, fino a ottenere personaggi realistici e credibili. Zuckerberg, il fondatore di Face Book, ha iniziato a realizzare un mondo virtuale parallelo, il "multiverso", i cui abitanti sono cloni (avatar) di gente, cosiddetta normale, che passa il tempo e spende soldi per costruire storie e avventure con altre creature digitali. Per ora ci ha perso qualche soldo, ma non c'è pericolo che nel lungo periodo fallisca i suoi piani.

Ora anche le persone normali possono inventare e costruire personaggi e storie indistinguibili da un film realizzato con attori in carne e ossa. Finora l'immaginario individuale si è alimentato solo per autostimolazione, all'interno della propria testa, potremmo dire, facendo ricorso alle doti di fantasia personale e contando sulla consistente dotazione di neuroni a specchio. In alternativa, per ottenere effetti sensoriali realistici ci si affida all'immaginario altrui (di poeti, scrittori, artisti figurativi, attori, cineasti). Ora i nuovi orizzonti prodotti del nostro immaginario personale, potenziati da una stimolazione sensoriale, diventeranno sempre più credibili e pericolosi per la stabilità mentale individuale, vicini a esperienze di vita vissuta.

Ma c'è di più, perché è possibile costruire copie di noti personaggi e metter loro in bocca "verità" del tutto inventate. La polizia postale avrà sempre più lavoro per sventare tentativi di truffe di grande estensione. La IA ormai è così diffusa che non ci rendiamo neppure conto di quanto lo sia: "Hey Google, chiama il telefono" e l'apparecchio interpellato fa squillare il cellulare rimasto, chissà perché, dentro l'armadio. Senza IA la guida automatica non esisterebbe, i nostri cellulari senza IA farebbero delle foto rudimentali. E poi gli enormi magazzini da gestire, gli aeroporti, le navi... Non c'è dubbio che la corsa tra i giganti del settore sia appena iniziata e nessuno la potrà fermare.

Tutta la progettazione per realizzare i programmi di IA richiede una enormità di energia, ma anche il mining delle criptovalute consuma elettricità e produce calore in quantità paragonabile all'energia necessaria per muovere molte navi portacontainer. Uno spropositato impiego di energia per ottenere un prodotto utile solo a chi lo produce e ad alimentare ingannevoli catene di sant'Antonio.

I cosiddetti "pappagalli stocastici" sono sempre molto lontani dal tentativo di costruire un programma che pensa, per ora dobbiamo accontentarci di quel che vien prodotto: ombre che possono dare solo un'idea di vita intellettuale, anche se i circuiti elettrici che li pilotano sono chiamati "circuiti neurali".

## SOMMARIO

### IN PRIMO PIANO: INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Intelligenza artificiale e stoltezza umana <i>di Stefania Senigaglia</i> .....	5
Intelligenza artificiale: è il capitalismo, bellezza! <i>di Maria Turchetto</i> .....	12
Intelligente a chi? <i>di Fabio Fantini</i> .....	15

### RITRATTO DI FAMIGLIA

Salticidae <i>di Gianfranco Alemanno</i> .....	19
---	----

### FOCUS: NUOVI ANTIBIOTICI A BASE D'ORO

Metallo-antibiotici: una nuova età dell'oro? <i>di Alessia Fallocco</i> .....	23
Intervista a Sara M. Soto Gonzalez <i>di Alessia Fallocco</i> .....	30

### UNO SCATTO ALLA NATURA

Igiene orale in fondo al mare <i>di Gianfranco Alemanno</i> .....	31
--	----

### CONTRIBUTI

L'arte scientifica, la scienza artistica <i>di Tiziano Gorini</i> .....	33
Salvare Capo Feto è diventato urgente <i>di Mathia Coco e Bruno Massa</i> .....	38
Il cervello che legge e la letteratura <i>di Marirosa Di Stefano</i> .....	43
I riscontri attuali del Mito di Skylla e Cariddi <i>di Angelo Vazzana</i> .....	47
L'autocontrollo presso le popolazioni biologiche <i>di Pietro Omodeo</i> .....	53

### FARE SCUOLA

L'esperienza è solo il primo passo <i>di Maria Arcà</i> .....	59
Bambini e animali <i>di Anna Aiolfi</i> .....	65

# in primo piano

## Intelligenza artificiale e stoltezza umana\*

Stefania Sinigaglia

A partire da un articolo a proposito dell'ultima versione del robot parlante del novembre 2022, ChatGPT4, si sviluppa una riflessione sui risvolti di questo uso della tecnologia di I.A. a fini commerciali e quindi di profitto e se ne sottolineano le implicazioni, i limiti e i pericoli nell'assenza di un severo quadro normativo. Ciò in contrasto con l'impiego indispensabile e proficuo dell'IA in campo scientifico e per fini socialmente utili. Infine si commenta una lettera aperta di vari esponenti del mondo tecnologico della IA che propugna una breve sospensione dello sviluppo della stessa, e si illustra l'ideologia che sta dietro a questa richiesta, ideologia che si ritiene pericolosa e nefasta per vari motivi.

“In 1950, the English computer scientist Alan Turing devised a test he called the imitation game: could a computer program ever convince a human interlocutor that he was talking to another human, rather than to a machine?”<sup>1</sup> Tale gioco fu poi battezzato: test di Turing.

Così inizia un articolo di Billy Perrigo del dicembre 2022 sulla rivista *Time*, che di seguito menziona il fatto che Google aveva qualche mese prima licenziato uno dei suoi dipendenti proprio perché questi si stava convincendo che uno dei suoi *chatbots* (robot capaci di intrattenere una conversazione plausibile) fosse diventato “senziente”, cosciente quindi. Il *chatbot* aveva superato il test di Turing, pur non essendo certamente cosciente di ciò che diceva. Il giornalista riproduce in seguito la sua conversazione con un *chatbot* diventato famoso negli ultimi mesi, ChatGPT, presumibilmente ChatGPT4, sfornato nel novembre 2022 da Open AI, una start-up nata negli Stati Uniti nel 2015 nel cui Consiglio di Amministrazione erano presenti sia Elon Musk che Sam Altman, quest'ultimo diventato ora Amministratore Delegato. A partire dal chiasso che il lancio sul web di questo robot parlante ha fatto, sembra che la questione serissima del ruolo preponderante che l'intelligenza artificiale sta assumendo in ogni campo *ora* (e le direzioni in cui procede) si stia trasformando artatamente in un dibattito stampa-



\* L'articolo è tratto dal blog *La Croce e l'Orsa*, <http://croceorsa.blogspot.com/>

1. Perrigo B, *AI chatbots are getting better. But an interview with ChatGPT reveals their limits*, *Time*, 5-12-2022 <https://time.com/6238781/>

[chatbot-chatgpt-ai-interview/](http://chatbot-chatgpt-ai-interview/)

lato sulla minaccia esistenziale che queste abili macchine chiacchierine (e spesso pasticciona) o disegnatrici, auto-trasformatesi in loro avatar ben più potenti *in futuro*, potrebbero rappresentare. Mutatesi in mostri super-intelligenti potrebbero diventare un pericolo per la sopravvivenza della specie umana, in tot anni, variabili a seconda degli autori delle previsioni apocalittiche, molti dei quali hanno contribuito alla creazione dei possibili futuri mostri.

Nel presente, il *chatbot* con il quale si intrattiene Billy Perrigo dice chiaramente di essere semplicemente un modello linguistico statistico<sup>2</sup>, che quindi formula i suoi enunciati sulla base di associazioni probabilistiche fondate su miliardi di dati (input) ingurgitati dal web, costruito con miliardi di parametri con una tecnologia di *deep learning* (apprendimento profondo) usando reti neurali artificiali che imitano l'apprendimento umano<sup>3</sup>. Quindi non sente, non pensa, non è cosciente di quel che dice, è un abile pappagallo stocastico<sup>4</sup>. L'acronimo GPT significa "generative pre-trained transformer", cioè indica che il robot è in grado di generare autonomamente frasi appropriate a seconda della domanda, selezionando dalle montagne del suo database la risposta più probabile sulla base di una tecnologia di *machine learning*, algoritmi che imparano a partire da altri algoritmi di apprendimento.

C'è anche un livello superiore ed è quello che suscita gli incubi futuribili di mostri super-intelligenti, più intelligenti degli umani: il *meta-learning* di questi ordigni, cioè il fatto che imparando ad imparare si possano perfezionare *ad libitum*. Infatti si prospetta che l'intelligenza artificiale (AI in acronimo inglese) potrebbe trasformarsi in AGI, cioè in intelligenza artificiale generale, non limitata a compiti specifici prede-

finiti. Da pappagalli stocastici, modelli statistici controllabili, i robot si trasformerebbero in super-macchine che ragionano autonomamente con potenza cognitiva superiore a quella di menti umane, prevaricandole, con conseguenze potenzialmente catastrofiche. Vedremo chi sono i preveggenti àuguri di sventure virtuali. Se ChatGPT4 crea già oggi testi, saggi, articoli su richiesta che rivaleggiano con testi scritti da professionisti, un altro tipo di robot (come *Midjourney*) crea e manipola immagini e video su indicazioni (*prompts*) via via più precise, fino al prodotto finale desiderato. È chiaro che esiste un grosso problema autoriale nella produzione e pubblicazione di questi contenuti, linguistici e grafici, non solo di copyright. E di responsabilità. Si è ingaggiata una nobile gara di corsa tra i colossi informatici privati Google, Microsoft e Amazon, ognuno con i propri ordigni di intelligenza artificiale<sup>5</sup>, mentre varie start up in poco tempo vengono quotate in borsa e aumentano il valore delle loro azioni, come appunto Open AI, che dopo il successo di ChatGPT4 è stata comprata da Microsoft. L'addestramento delle macchine intelligenti consuma un'immensa quantità di energia e costa molti miliardi di dollari. Siamo sicuri che ne valga la pena? A che scopo chiacchierare con un robot? La traduzione istantanea è utile, ma perché far creare loro testi o video? Per risparmiare soldi, forza lavoro, dipendenti, cos'altro? A chi giova? Analisi costi/benefici? Analisi dei rischi? Quali problemi si vogliono risolvere con questa costosa linea di ricerca<sup>6</sup>? E i comuni mortali come possono dire la loro e intervenire su decisioni che comunque li toccano già da vicino: privacy, cyber-sorveglianza, modelli di informazione, pubblicità, spettacoli, cultura, ecc.? Il mercato del lavoro, il giornalismo, la medicina, la politica, l'Università funzionano

2. Più precisamente, un prodotto dei *Large Language Models*, reti neurali artificiali con miliardi di parametri, vedi Wikipedia per approfondire. [https://it.wikipedia.org/wiki/Large\\_language\\_model](https://it.wikipedia.org/wiki/Large_language_model)

3. Si noti che qui per apprendimento si intende l'assorbire acriticamente tutto lo scibile propinato da montagne di dati presenti sul web, il che farebbe rabbrivire non solo pedagogisti come i compianti Freinet e Freire, ma anche chi sia dotato di un minimo di cognizioni

in materia o anche solo di buon senso. E il nostro cervello non funziona solo con neuroni.

4. La definizione è di Timnit Gebru, ricercatrice informatica ex dipendente di Google.

5. Microsoft ha comprato Open AI e si è aggiudicato ChatGPT, Google ha sviluppato *Bard*, Amazon ha il suo *Bedrock*, Apple ci sta pensando, come META, ecc.

6. Si presume che ogni ricerca debba partire da un problema da risolvere.

sempre più con algoritmi di intelligenza artificiale. L'apprendimento scolastico ne è stato modificato e forse non in direzioni tali da coltivare attitudini critiche.

Dopo avere letto sull'argomento cercando di districarmi tra i tecnicismi, mi sembra di essere arrivata ad un punto fermo: c'è un campo vastissimo di operatività scientifica in settori come la medicina, l'aeronautica, l'astrofisica, la fisica delle particelle, le scienze sociali, la climatologia in particolare, ed altri senza dubbio, per cui l'intelligenza artificiale pubblica è un indispensabile fattore di sviluppo a vantaggio sia della ricerca fondamentale che applicata, a vantaggio dell'umanità in ultima analisi.

Esempi di ricerca pubblica non specializzata ce ne sono: il 28 aprile 2021 è stato lanciato il più grande progetto di IA che riunisce più di 250 ricercatori facenti capo a un centinaio di laboratori e imprese di una decina di paesi<sup>7</sup> (CNRS, Inria<sup>8</sup>, Università, Renault, Airbus, Ubisoft, Orange, Facebook, Systran<sup>9</sup>, e altri). Tale progetto è stato battezzato *Big Science*<sup>10</sup>, è open source, i suoi parametri e il suo codice informatico sono pubblici, è multilingue. La potenza di calcolo è assicurata dal supercalcolatore Jean Zay, a Orsay, che mette a disposizione 5 milioni di ore di calcolo. Il titolo in francese dell'articolo su *Le Monde* del 5 maggio 2021 è: *Projet géant pour faire parler une IA*, (Progetto gigantesco per far parlare una intelligenza artificiale). *Big Science* si propone di correggere i numerosi difetti dei concorrenti privati: monolingui, opachi, mal controllati e soggetti a molti rischi, come la produzione di testi fuorvianti, offensivi a volte. (Aggiungerei, volti al profitto.) Nell'articolo si sottolinea: vari gruppi studieranno le questioni etiche connesse all'impresa. In contrasto, si noti che Google ha licenziato, tra dicembre 2020 e

febbraio 2021, due ricercatrici in materia di etica dell'intelligenza artificiale, Timnit Gebru e Margaret Mitchell, che lavoravano sui rischi impliciti nei modelli linguistici. La direzione di ricerca di *Big Science* è la stessa dei concorrenti privati, per cui gli interrogativi circa costi/benefici/fini rimangono, ma le sue caratteristiche e i *caveat* sono più rassicuranti, oltre al fatto che si tratta di un progetto pubblico.

Un altro progetto, spiccatamente di indirizzo andragogico<sup>11</sup>, è partito da una ricercatrice universitaria, Isabelle Guyon, franco-svizzera-americana, che con una sua piccola impresa informatica (ClopiNet) ha ideato una macchina che lancia gare pubbliche di apprendimento nel campo della IA e del *machine learning*, capace di valutare meglio gli algoritmi. La ricercatrice ha poi promosso un progetto pubblico, *Humania*, il cui scopo dichiarato è quello di democratizzare l'intelligenza ar-



Isabelle Guyon (foto *Le Monde*, 2018)

7. <https://bigscience.huggingface.co/blog/model-training-launched>

8. *Institut de recherche en informatique et en automatique*.

9. Società che sviluppa software di traduzione.

10. Larousserie D, *Projet géant pour faire parler une IA*, *Le Monde Science et Médecine*, 28-4-2021

<https://bigscience.huggingface.co/blog/model-training-launched>

11. Andragogia è la scienza sociale che si occupa dell'educazione degli adulti, il cosiddetto *life-long learning*, l'educazione continua, così poco attuato in Italia.

tificiale, finanziato dalla Agenzia Nazionale della Ricerca francese, ANR<sup>12</sup>. Sulla pagina di presentazione del sito ci sono due video per principianti, e poi una lunga lista degli esercizi delle gare già fatte. Tutto liberamente fruibile e anche divertente. Ma sembra che simili iniziative siano rare.

Sappiamo che il progresso tecnologico evolve in sistemi capitalistici, e oggi, in un periodo di neoliberalismo trionfante in cui il fattore profitto è centrale, come la concorrenza a livello commerciale, industriale, scientifico, militare e politico, la cooperazione è spesso ignorata. L'insorgere del finanzia-capitalismo, come l'ha giustamente chiamato il sociologo Luciano Gallino<sup>13</sup>, esaspera l'estrazione di valore da ogni brandello e angolo della terra e da ogni essere umano, tanto più da ogni conquista tecnologica e scientifica per di più piegata a fini che con il miglioramento della condizione umana hanno ben poco a che vedere. Così abbiamo da anni droni e bombe intelligenti che cadono su feste di matrimonio o su funerali, teleguidate da migliaia di chilometri di distanza. Un documento recente del SIPRI<sup>14</sup>, Istituto svedese di ricerca sulla pace con sede a Stoccolma, inizia constatando che l'IA è al centro della concorrenza in campo militare tra le grandi potenze mondiali, in particolare tra USA e Cina, e per quanto concerne l'Europa sollecita l'UE a proporre comuni principi da rispettare nell'uso militare dell'IA. A che punto siamo ora? Il contesto attuale di belligeranza, di accanimento spionistico e di rivalità tra potenze con le rispettive sfere di influenza non promette niente di buono. Le spese nazionali in armamenti stanno crescendo a dismisura.

In campo medico l'intervento di affidabili robot-chirurghi controllati remotamente da spe-

cialisti può da un lato moltiplicare la capacità operativa ospedaliera<sup>15</sup> (un robot di questo tipo costa minimo 1,4 milioni di euro), aumentando l'efficienza, e rendere disponibili un numero maggiore di letti ai malati, si dice. Ma in caso di un qualsiasi errore, chi sarà responsabile? E che dire del rapporto di fiducia che deve esistere tra malato e chirurgo? Lo scopo principale è liberare letti più rapidamente e risanare il bilancio degli ospedali o migliorare il benessere dei pazienti e il numero degli interventi chirurgici con esito soddisfacente? In un'ottica di sanità pubblica globale, in termini di patologie che causano maggiore morbilità e mortalità, è più consigliabile investire in robot chirurghi o in formazione di medici dove occorre, in fornitura di acqua potabile<sup>16</sup>, servizi igienici e in zanzariere imbevute di insetticida<sup>17</sup> dove si tratta di vita o di morte? E la prevenzione buttata alle ortiche?



**Un robot chirurgo**

Se è chiaro lo scopo in ricerca fondamentale nel campo della fisica del Large Hadron Collider al CERN di Ginevra, il più potente acceleratore di

12. Larousserie D, Isabelle Guyon veut démocratiser L'intelligence atyficielle, Le Monde Science et Medicine, 11-4-2018 <https://guyon.chalearn.org/projects/humana>

13. Gallino L, *Finanzcapitalismo. La civiltà del denaro in crisi*, Torino, Einaudi, 2011.

14. Boulanin V, Goussac N, Brun H, Richards L, *Responsible military use of artificial intelligence*, SIPRI, November 2020

15. Le Saint R, *Des hôpitaux misent sur des robots chirurgicaux à 1,4 milion d'euros pour liberer des lits*, Mediapart 9-4-2023. <https://www.mediapart.fr/journal/france/090423/des-hopitaux-misent-sur-des-robots->

[www.newscientist.com/article/2365541-around-two-million-people-dont-have-access-to-clean-drinking-water](https://www.newscientist.com/article/2365541-around-two-million-people-dont-have-access-to-clean-drinking-water)

16. Circa 2 miliardi di persone non hanno accesso ad acqua potabile e 3,6 miliardi sono senza latrine e canalizzazione di acque usate. Murugesu JA, *Around two milion people don't have access to clean drinking water*, NewScientist, 21-3-2023. <https://www.newscientist.com/article/2365541-around-two-million-people-dont-have-access-to-clean-drinking-water>

17. La malaria causa ancora circa 600 milioni di morti annue. *World Malaria Report 2022* <https://www.who.int/publications/i/item/9789240064898>

particelle esistente, che consuma quantità immense di energia, ed egualmente chiaro lo scopo dell'ultimo miracolo di ingegneria astrofisica, il James Webb Telescope, la cui trentennale costruzione e il cui funzionamento sono sommamente energivori, di risalire alle origini dell'universo, meno chiaro è lo scopo di creare macchine di intelligenza artificiale energivore. Energia che è invece necessario economizzare nell'ottica di una sobrietà nell'uso delle risorse sempre più oculato, se vogliamo ancora cercare di non far bollire il nostro pianeta. L'unico che abbiamo, almeno nel presente e nel prevedibile futuro. Ma, guarda caso, coloro che sono dietro alla creazione di queste fantastiche macchin/azioni intelligenti e gridano al lupo dopo averlo allevato arricchendosi, pensano che si possa andare a vivere su altri pianeti. Almeno loro. Lo scorso marzo è stata pubblicata una lettera aperta<sup>18</sup> firmata da un migliaio tra imprenditori, ricercatori informatici, professori e varie celebrità made in USA ambisesso (ma in maggioranza maschi) che perora la causa di una battuta d'arresto (di sei mesi<sup>19</sup>) nello sviluppo della IA, adducendo un fondato timore che si possa in breve arrivare alla creazione involontaria di una super-intelligenza, superiore a quella umana, che "uscendo dalla scatola" possa prevaricare e distruggere il genere umano<sup>20</sup>! Lo scenario è degno di film (americani!) del terrore tipo *Terminator*.

È stupefacente che tale prospettiva possa sembrare un pericolo concreto, mentre innumerevoli altri pericoli e svantaggi ben più immediati e concreti per il genere umano non vengono assolutamente menzionati nella lettera. Roberto

Ciccarelli, su *Il Manifesto*<sup>21</sup>, riporta una intervista al prof. Antonio Casilli che rivela la quantità di forza lavoro umana dietro l'addestramento di questi pappagalli stocastici. Ad esempio, i curiosi che si sono affrettati a bersagliare di domande ChatGPT hanno fornito dati gratis per migliorarlo nella totale assenza di un quadro normativo. Ma c'è di peggio: la "pulitura" di tutto il bagaglio di nozioni divorato dal pappagallo ChatGPT4 in cui era presente la spazzatura raccattata dal web, non filtrata, è stata eseguita in Kenya da manovalanza pagata con pochi spiccioli, tra 1,32 e 2 dollari all'ora, persone che inoltre ne hanno sofferto psicologicamente, come denuncia Billy Perrigo su *Time*<sup>22</sup>, fornendo dati e fatti. OpenAI ha ingaggiato una società informatica di Nairobi (Sama) che a sua volta ha arruolato decine di lavoratori sottopagati, uno dei quali descrive come "tortura" il compito di visionare descrizioni o scene disgustose per espellerle dal bagaglio dello strumento informatico. Il "miracolo" virtuale gronda sudore e sangue, uno sfruttamento bestiale, come sappiamo già dalle denunce di chi ha lavorato per analoghi fini con Facebook. Il virtuale cresce su una materialità disumana.

Inoltre bisogna considerare i cosiddetti *opportunity costs*, consistenti nell'investire miliardi in queste macchine super-energivore invece che in infrastrutture sociali e in sistemi pubblici di IA volti a favorire e accelerare sempre più l'urgente transizione ecologica, industriale ed energetica. I risvolti negativi della IA sono, oggi e non domani, ben presenti: violazione della privacy, ottundimento dello spirito critico specie nei

18. Open Letter, *Pause Giant AI Experiments: an open letter*, Future of Life Institute, 22 March 2023. <https://futureoflife.org/open-letter/pause-giant-ai-experiments/>

19. Se veramente si vuole un ripensamento profondo, a che servono solo sei mesi?

20. Si legga a questo proposito sul "test della scatola", ideato da uno dei firmatari della lettera, Eliezer Yudkowsky, <https://towardsdatascience.com/the-ai-box-experiment-18b139899936>

21. Ciccarelli R, *ChatGPT, Antonio Casilli: il lato oscuro dell'algoritmo è la forza lavoro*, *Il Manifesto*, /4/2023.

<https://ilmanifesto.it/chatgpt-il-lato-oscuro-dellalgoritmo-e-la-forza-lavoro-che-adestra-la-macchina-digitale>

22. Perrigo B, *Exclusive: Open AI used Kenyan workers at less than 2\$ per hour to make ChatGPT less toxic*, 18-1-2023. <https://time.com/6247678/openai-chatgpt-kenya-workers/>

giovanissimi, computer-dipendenza, creazione di falsità che appaiono plausibili, concorrenza sleale, distorsioni del mercato del lavoro, sfruttamento che non dice il suo nome (vedi Kenya), automazione eccessiva e nociva, sorveglianza poliziesca e controllo antidemocratico. Sono le attuali direzioni di ricerca nel campo della IA il pericolo maggiore, e lo sfrenato sfruttamento in senso commerciale e militare.

Ma c'è dell'altro. Infatti, tornando alla lettera che richiede la moratoria summenzionata, con stupore e alla fine qualcosa che assomiglia al rac-capriccio, mi si è rivelato un mondo, una pseudo-filosofia di tipo paranoico dei suoi firmatari principali, questa sì pericolosissima dato che tra i protagonisti ci sono potenti tecno-miliardari, come li chiama Andrea Signorelli (su Wired), che maneggiano capitali come spiccioli per il caffè. Questi individui sono *tycoons* tipo Elon Musk o a capo di società di IA, inseriti in Università prestigiose, in organizzazioni delle Nazioni Unite, sono stati consiglieri di responsabili politici, e aderiscono ad una corrente di pensiero che è stata definita *longtermism*, lungotermismo in italiano, sviluppatasi nella Silicon Valley. E probabilmente anche Geoffrey Hinton, canadese, che dopo 10 anni ha appena lasciato Google, è un lungotermista. A sua volta il lungotermismo scaturisce da un movimento sociale targato U.S.A., l'*effective altruism* (altruismo efficace).

Di primo acchito il concetto sembra condivisibile e ovvio, il principio che tutti gli umani hanno eguale valore e che occorre preoccuparsi di salvaguardarne l'integrità e il benessere, ovunque essi siano. Il promotore di tale movimento è stato il filosofo scozzese Will MacAskill<sup>23</sup>, che con varie iniziative ha raccolto negli anni molti fondi per scopi filantropici, (filantropia, si torna indietro di 200 anni), egli stesso filantropo. Poi leggiamo che per massimizzare i benefici delle nostre azioni, secondo i dettami dell'altruismo effica-

ce, bisogna cercare di arricchirsi il più possibile, raggiungere posizioni di potere e guadagnare a palate, per poter fare più beneficenza. Magari arricchirsi come l'imprenditore di criptovalute Sam Bankman-Fried, un sostenitore del movimento, fondatore di FTX, incappato in grossi problemi giudiziari. Arricchirsi ad ogni costo per poter fare beneficenza, ben strano principio.

Leggiamo anche che Will MacAskill pensa che per servire meglio l'umanità è bene guardare molto oltre il presente, non nel futuro che incombe ora e nei decenni successivi, ma nei millenni a venire. Sul sito Vox<sup>24</sup> si legge che l'altruismo efficace poggia su tre premesse: 1, coloro che nasceranno nel futuro saranno tanti; 2, la loro sorte è importante per noi; 3, è in nostro potere rendere le loro vite felici o infelici. L'aumento esponenziale dei gas serra, gli stravolgimenti climatici attuali e futuri anche peggiori non turbano gli altruisti. Né l'estinzione di migliaia di specie viventi in corso. Chi conta (loro, oggi) non ne sarà presumibilmente toccato. E dato che in questo futuro ipotizzato e lontano, lontanissimo, la specie umana si sarà moltiplicata presumibilmente su vari pianeti di ricambio (il bravo Will ipotizza 80 bilioni di esseri umani, tombola), è giusto preoccuparci ora di salvarli: si legga l'intervista su *The Guardian* del 2 agosto 2022<sup>25</sup>. È meglio rendere felici bilioni di persone invece che qualche miliardino. Così la pensano i lungotermisti: l'altruismo efficace trasformato in lungotermismo è il credo cui aderiscono molti santoni della Silicon Valley e i vari "scienziati" che firmano la lettera in cui chiedono che la ricerca in IA faccia una pausa perché il pericolo che possa sfociare nella creazione di una super-intelligenza (ASI, *artificial super intelligence*) è reale e la nostra (!) democrazia può essere messa in pericolo. Anche quella dietro a Guantanamo.

Un altro filosofo di riferimento lungotermista è Nick Bostrom, fondatore nel 2005 del *Future of*

23. [https://it.wikipedia.org/wiki/William\\_MacAskill](https://it.wikipedia.org/wiki/William_MacAskill)

24. <https://www.vox.com/future-perfect/23658383/longter>

*Humanity Institute*, parte del dipartimento di Filosofia all'Università di Oxford, che condivide i suoi locali con il "Centro per l'altruismo efficace" con il quale collabora e di cui condivide i principi: fare sì che l'umanità a venire possa beneficiare il più possibile delle scelte che si compiono qui e ora. Ottica lungotermista condivisa da un altro filosofo di Oxford, Toby Ord, che è stato consigliere dell'OMS, della Banca Mondiale e del *World Economic Forum*. Per gli ultra-presbiteri i disastri già provocati dal cambiamento climatico in corso, le epidemie di colera, siccità e inondazioni a ripetizione, l'alta mortalità materno-infantile e simili in paesi poveri, la corsa agli armamenti non sono problemi seri, è una frazione tutto sommato piccola dell'umanità che è coinvolta. Per la crisi climatica, l'opzione migliore è cercare un altro pianeta per emigrare come propugna l'altro noto lungotermista, Elon Musk, "per realizzare la nostra vocazione di stirpe multiplanetaria". Certo che occorreranno parecchi pianeti per tutti quei bilioni di umani. Anche Jaan Tallin, fondatore di Skype e co-fondatore del *Future of Life Institute*, legato al *Future of Humanity Institute*, pensa che la crisi climatica non rappresenti un rischio esistenziale per una specie destinata agli spazi interplanetari (Andrea Signorelli su *Wired*<sup>26</sup>). Per Nick Bostrom tragedie come Chernobyl o l'epidemia di AIDS sono "semplici increspature sul grande mare della vita"<sup>27</sup>. Insomma, il collasso climatico possibile e probabile non è un problema grave per la sopravvivenza dell'umanità, lo spettro di una super-intelligenza tiranna invece lo è. E Nick Beckstead, membro del *Future of Humanity Institute*, arriva a sostenere che "salvare vite umane nelle nazioni povere potrebbe essere meno utile che salvare vite nelle nazioni ricche"<sup>28</sup>. Si arriva a conclusioni che non sarebbero dispiaciute affatto a un tal Signor Goebbels.

Spaventa pensare che questi "filosofi", amministratori delegati, influencer, questa rete di istituti, fondazioni, società informatiche e i loro iniziatori e aderenti possano allargare la loro influenza e acquistare sempre più potere e magari autorevolezza. Colossi commerciali come Amazon Google Microsoft sono dei vivai pericolosi di simili esemplari umani, e spiace che siano presenti anche in Istituti Universitari a Oxford. O all'ONU. Credo che occorra informare, informarsi, mobilitarsi per far sì che l'IA sia sin da ora al servizio dell'umanità, della ricerca utile ad allontanare e sventare i reali pericoli presenti e prevedibili che incombono su questo pianeta ora e non in un futuro immaginario e fantasmatico. E che occorra smascherare questi profeti paranoici. ●



**Fantascienza (un artista immagina astronauti su Marte)...**



**... e realtà (alluvioni assassine)**

27. Signorelli AD, *Cos'è il lungotermismo, la nuova fanatica utopia della Silicon Valley*, 24-3-2023. <https://www.iltascabile.com/scienze/lungotermismo/>

28. *Ibidem*.

---

## Intelligenza artificiale: è il capitalismo, bellezza!

Maria Turchetto

---

L'articolo interviene nel dibattito sull'Intelligenza Artificiale, spesso esasperato in senso allarmistico o addirittura catastrofistico, che ha accompagnato il lancio del chatbot Chat-GPT, cercando di interpretare le problematiche sollevate alla luce dei principi dell'automazione caratteristici del sistema capitalistico che operano fin dalla rivoluzione industriale, investendo tanto il lavoro manuale quanto quello intellettuale.

Adam Smith – considerato il padre della scienza economica – aveva già osservato che la condizione per concepire *macchine*, dunque automazione, è la *divisione del lavoro*. Nella sua concezione la divisione del lavoro è un processo progressivo, che si svolge lungo tutto l'arco della storia umana, dai primitivi cacciatori e raccoglitori alla “moderna fabbrica di spilli” che prevede ben 18 mansioni separate<sup>1</sup>. Karl Marx ritenne invece che il formidabile sviluppo della divisione del lavoro fosse una caratteristica di un sistema economico peculiare, storicamente determinato: il *capitalismo*, sistema in cui la classe dominante si appropria del plusprodotto sociale attraverso il “plusvalore relativo”. La IV sezione del Libro primo del *Capitale* di Marx, dedicata appunto ai “metodi del plusvalore relativo”, rappresenta una formidabile ricostruzione della prima rivoluzione industriale, quella che, a cavallo tra XVIII e XIX secolo, ebbe come epicentro l'industria tessile inglese. Si tratta di quattro densi capitoli da cui si evince che la trasformazione della produzione artigianale in quella manifatturiera e poi industriale passa attraverso una separazione – una *scrematura* – del lavoro esecutivo rispetto a quello direttivo. Le competenze “espropriate” ai lavoratori passano a una direzione che le razionalizza e automatizza<sup>2</sup>.



1. L'esempio della fabbrica di spilli apre il Libro primo de *La ricchezza delle nazioni* (1776), considerato l'atto di nascita della scienza economica. Cfr. Smith A., *La ricchezza delle nazioni*, Roma, Newton Compton, 1995, 66 e ss.

2. Marx K, *Il capitale*, Torino, Einaudi, 1975, vol. I, 381 e ss. Marx distingue tre fasi della riorganizzazione del lavoro dovuta alla rivoluzione industriale, che rappresentano non semplicemente una successione storica ma anche – e soprat-

tutto – logica, nel senso che ciascuna fase è condizione della successiva: *cooperazione semplice*, in cui aumenta la scala della produzione ma il lavoro viene svolto ancora secondo modalità artigianali; *manifattura* che applica sistematica-

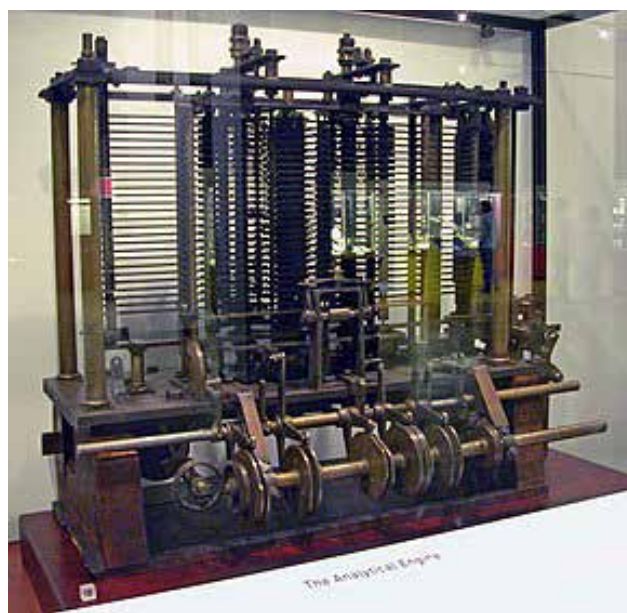
Va da sé che il processo, dal punto di vista sociale, è tutt'altro che indolore. Lo scopo principale è ridurre il costo del lavoro, pagando operai generici anziché maestranze specializzate. I filatoi e i telai meccanici dell'industria inglese non vennero affidati ad artigiani – che pretendevano l'applicazione delle tariffe dei vecchi *statutes of artificers* e avevano sempre da ridire su come andasse svolto il lavoro – ma a donne e bambini, più docili e soprattutto sottopagati<sup>3</sup>.

Possiamo leggere in questo modo – come ha fatto ad esempio Harry Braverman<sup>4</sup> – anche la vicenda del taylorismo e del fordismo all'inizio del XX secolo. Taylor non introdusse innovazioni tecnologiche, ma sostituì i tornitori – costosi operai specializzati – con manodopera generica disposta ad accettare salari più bassi. Scompose il lavoro di tornitura in 32 variabili (posizione sul tornio, angolatura, velocità, tempo di esecuzione, ecc.) e impose l'esecuzione dell'operazione come *one best way*, consentendo a chiunque di eseguirla: anche a una macchina, che infatti Ford realizzò ed inserì nella sua celebre catena di montaggio. Si tratta del tornio industriale o tornitrice, immortalata nel film di Elio Petri *La classe operaia va in paradiso* (1971) che l'operaio Lulù, impersonato da Gian Maria Volonté, usa alla massima velocità scandendone il ritmo con il ritornello “un pezzo un culo, un pezzo un culo”.

Fin qui abbiamo parlato dell'automazione di *lavori manuali*, su cui hanno avuto da ridire in primo luogo gli operai che venivano licenziati o sottopagati – si pensi a movimenti come il luddismo e il sabotaggio<sup>5</sup>, ma anche i lunghi processi intentati a Taylor dai sindacati (che rappresentano la fonte principale per comprendere i principi del *scientific management*); in secondo luogo i

teorici vecchi e nuovi della “fine del lavoro” – da Proudhon ai nostrani operaisti. In realtà il lavoro non è mai finito, ma certamente si è dequalificato e impoverito.

Ma fin dai tempi della rivoluzione industriale esistono esempi di automazione di *lavori intellettuali*, su cui la discussione è stata scarsa. Un esempio eclatante è rappresentato dalla “macchina analitica” ideata nel 1821 da Charles Babbage, un matematico così esasperato dagli errori dei suoi collaboratori da desiderare che i calcoli venissero “fatti a macchina”. Trovò i componenti del suo calcolatore in parte nell'industria tessile (le schede perforate utilizzate dal telaio Jacquard), in parte in un'incredibile “manifattura del calcolo” che era stata messa a punto alla fine del XVIII secolo dagli enciclopedisti per realizzare le



**Modello di una parte dell'*Analytical Engine* ideata da Babbage, in mostra al Museo della scienza di Londra.**

mente la divisione del lavoro secondo modalità inedite; *grande industria* che introduce l'automazione.

3. Questo impiego di donne e bambini – e la concomitante esclusione degli operai qualificati – è descritto in

modo efficacissimo nel libro-inchiesta di Engels del 1845. Cfr. Engels F, *La condizione della classe operaia in Inghilterra*, Roma, Editori Riuniti 1972.

4. Braverman H, *Lavoro e capitale monopolistico. La*

*degradazione del lavoro nel XX secolo*, Torino, Einaudi, 1974.

5. Il termine ha oggi un significato esteso, ma proviene dalla rivoluzione industriale, quando i tessitori licenziati danneggiavano i

telai a vapore gettando negli ingranaggi i loro zoccoli di legno (*sabots* in francese).

tavole dei logaritmi. Il sistema era basato su una divisione del lavoro in tre gruppi: un gruppo di matematici esperti che aveva il compito di ridurre operazioni complesse (moltiplicazioni, divisioni, potenze, radici quadrate, ecc.) in calcoli semplici, basati solo su addizioni e sottrazioni; un secondo gruppo *esecutivo* (si raccomandava di ingaggiare persone con nozioni poco più che elementari) che eseguiva i calcoli; un terzo gruppo di esperti che li verificava. La parte esecutiva (le operazioni assegnate al secondo gruppo) vennero utilizzate da Babbage per realizzare il suo calcolatore<sup>6</sup>, tuttora considerato il progenitore dei moderni computer. Che io sappia, non ci sono mai state grandi sollevazioni di scudi nei confronti del calcolo automatico, forse perché la ricerca in questo senso risale quantomeno al XVII secolo, da Napier, a Pascal, a Leibniz. Nessuno ha mai gridato al mostro o ha paventato la sostituzione degli umani da parte delle macchine, forse perché gli stessi matematici impegnati in questo campo consideravano le loro creature meccaniche – analogiche fino a Leibniz, digitali a partire da Babbage – strumenti utili, atti appunto ad alleviare la fatica e la noia del lavoro puramente esecutivo.

Credo che l'esempio della macchina analitica di Babbage possa essere utile per ragionare in modo pacato e razionale sull'Intelligenza Artificiale che oggi è al centro di un dibattito dai toni spesso esagerati e catastrofici, vale a dire la ChatGPT di OpenAI<sup>7</sup>. A mio avviso si tratta dell'ennesima scrematura di una parte del lavoro intellettuale che ha caratteristiche esecutive. I ricercatori sanno bene che, a margine della loro attività realmente originale e creativa, c'è bisogno di aggiungere riferimenti, dati, informazioni, bibliografie che un tempo si cercavano in biblioteca e ora si trovano nel web. Un "lavoro grigio" che spesso i baroni universitari affidano a studenti, laureandi,

precari, giovani studiosi – come si dice – “sotto schiaffo”. Se questo lavoro lo fa, in tempi molto più rapidi, una macchina, un *chatbot* come ChatGPT, tanto meglio. Si tratterà di controllare quanto ci propina, senza per questo precipitare in crisi esistenziali e incubi futuribili. Chi lavora nelle riviste sa bene quanto “lavoro grigio” sia necessario: compilare schede, bibliografie, raccogliere notizie sugli autori, preparare abstract e brevi recensioni... Se lo fa una macchina, tanto meglio. La grande preoccupazione per questa nuova – ma non diversa nel principio dalle altre – *automazione* proviene soprattutto, secondo me, dal mondo del giornalismo. I giornalisti, che devono fornire articoli e “lavoro grigio” in tempi brevissimi si sentono direttamente minacciati e per questo battono la grancassa mediatica con toni allarmistici. Le “grandi firme” saranno risparmiate, ma gli altri? Chi fa la gavetta, i precari, ma anche i giornalisti che scrivono quotidianamente articoli di medio profilo (intendo articoli di tipo compilativo o divulgativo, che poco o nulla aggiungono a un sapere già acquisito, o confezionati a furia di copia-incolla) rischiano grosso, senza dubbio. Ma che dirgli? Pensino ai tessitori, ai tornitori. Pensino ai disegnatori degli studi di ingegneri e progettisti sostituiti dai CAD. È il capitalismo, bellezza! ●



6. La vicenda della macchina analitica di Babbage è raccontata – e interpretata nella chiave suggerita da Marx – in Manacorda MP, *Il calcolatore del capitale*, Milano, Feltrinelli, 1980. Di questa

autrice si veda anche *Lavoro e intelligenza nell'età microelettronica*, Milano, Feltrinelli, 1984, dedicata alle prime fasi dell'introduzione dell'informatica e dell'elettronica nei processi produttivi.

7. L'Intelligenza Artificiale – ossia i sistemi informatici “intelligenti”, capaci di apprendimento e in grado di emulare alcune delle capacità cognitive umane – viene utilizzata da tempo in

moltissimi settori: automazione di processi aziendali, trasporti, diagnostica medica, marketing, analisi finanziaria, oltre che in campo militare.

---

## Intelligente a chi?

La progettazione dei sistemi dotati di intelligenza artificiale (IA) fa ricorso a metodi induttivi basati sulla grande quantità di dati resa disponibile in Internet, piuttosto che a metodi istruttivi come avveniva fino alla fine degli anni Ottanta. Gli attuali algoritmi induttivi mostrano, accanto a notevoli differenze, alcune interessanti somiglianze con il funzionamento dell'intelligenza umana (IU).

---

Fabio Fantini

---

Il tentativo di produrre macchine capaci di svolgere lavori intellettuali di alto livello iniziò intorno alla metà del secolo scorso e ha avuto un percorso irregolare. Fino alla fine degli anni Ottanta gli sforzi degli esperti seguivano una strategia top-down: per riprodurre o quanto meno emulare comportamenti umani, occorreva “distillare” da questi comportamenti i principi essenziali, trasformarli in regole logiche e programmare le macchine secondo le regole. Una volta fornito un insieme sufficientemente ampio di regole precise, la macchina avrebbe eseguito le azioni richieste. Questo approccio si scontrò presto con difficoltà insormontabili nel tentativo di svolgere compiti come il riconoscimento del linguaggio parlato, la traduzione da una lingua all'altra e l'analisi delle immagini. Il riconoscimento del linguaggio parlato, per esempio, richiedeva regole grammaticali per giudicare se una frase fosse plausibile, ma le regole non bastavano mai e ogni regola ne richiedeva un'altra. Anziché risolvere il problema, grammatiche sempre più estese continuavano a fornire risultati deludenti.

Chiunque oggi guardi un video su Youtube potrebbe chiedersi dove siano finite queste difficoltà: in molti casi basta premere il tasto “c” per ottenere sottotitoli che automaticamente riproducono, con ottima approssimazione, il parlato del video. Se ci si chiede come sia stato possibile ovviare a quella che trenta anni fa appariva come una limitazione insuperabile, la risposta è lapidaria: rovesciando la strategia impiegata per istruire le macchine. Anziché fornire un insieme sempre più vasto e articolato di regole da impiegare in una casistica polverizzata con una miriade di specificità particolari, si



sono addestrate le macchine a imparare le regole logiche dagli esempi loro sottoposti, secondo una logica bottom-up.

Il cambio di strategia si è appoggiato su un arsenale matematico che consente di estrarre relazioni complesse da sterminate quantità di dati e di valutarne il potere predittivo, con una retroazione capace di perfezionare rapidamente il procedimento algoritmico. E c'è un'altra ovvia gamba su cui la rivoluzione nell'approccio all'Intelligenza Artificiale (IA) è proceduta: lo sviluppo di Internet ha consentito di disporre di quantità crescenti di dati "esperienziali", la materia prima per rendere efficace l'azione istruttiva dal basso verso l'alto. Ogni nostra fruizione di un social media, di un motore di ricerca, di uno streaming multimediale arricchisce la base di dati che rappresenta l'esperienza dei sistemi di IA. Impeccabili agenti di "raccomandazione", questi sistemi di IA sono pronti a suggerirci nuovi contatti e contenuti, il completamento della parole o della frase appena iniziata, video o brani musicali che hanno una elevata probabilità di risultarci graditi (Fig. 1). E c'è di più, perché la traccia delle dichiarazioni o azioni pubbliche di ciascun utente, come i gradimenti espressi dai "mi piace" o i siti visitati, consente di tracciarne un profilo probabilistico dei tratti psicometrici e di conseguenza della personalità<sup>1</sup>.

Nel momento in cui scrivo queste righe, il programma di IA più noto e oggetto di dibattito si chiama ChatGPT, dove la sigla GPT sta per Generative Pre-trained Transformer. Transformer è il nome di una rete neurale artificiale stratificata che, istruita secondo il metodo di pre-addestramento generativo, apprende a prevedere quale sarà la prossima parola nell'ambito di una frase o di un insieme di frasi. La popolarità di ChatGPT, efficacemente indicata dal raggiungimento di 10<sup>8</sup> utenti a inizio febbraio 2023, è dovuta alla capa-

cià di produrre testi completamente plausibili su una ampia gamma di argomenti, con una qualità spesso indistinguibile da quella di testi analoghi prodotti da soggetti umani.

Di fronte a questi risultati il dilemma dell'osservatore spassionato è se si tratti del raggiungimento da parte di una macchina di vette intellettuali fino ad ora riservate alla nostra specie oppure del disvelamento di meccanismi propri di attività intellettuali ritenute prerogativa esclusiva ed insondabile della specie umana.

**Fig. 1 - Un agente di raccomandazione agisce sulla base dell'assunto che persone che hanno mostrato simili preferenze in passato continueranno a mostrarle, con correlazione statisticamente significativa, anche in futuro. Lo schema rappresenta il principio in base al quale un agente di raccomandazione proporrà (o non proporrà) un certo contenuto a un dato utente. Si tratta di uno schema enormemente semplificato, perché gli agenti di raccomandazione hanno accesso a informazioni personali di miliardi di utenti in relazione a milioni di prodotti (da [https://en.wikipedia.org/wiki/Recommender\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Recommender_system)).**

<sup>1</sup>. Nello specifico: Kosinski M, Stillwell D, Graepel T, *Private traits and attributes are predictable from digital records of human behaviour*, Proceedings of

the National Academy of Sciences, 110, 15:5802-5805, 2013. Per un approccio più generale: Cristianini N, *La scorciatoia*, Bologna, Il Mulino, 2023.

Quando nel 1950 Turing si pose il problema dell'intelligenza delle macchine computazionali, se la cavò con una risposta (che qui non riporterò, al fine di non contribuire a un incontrollabile processo inflattivo) sintetica e apparentemente efficace, dall'indubbio merito di essere operativa. Era un po' come chiedersi se una trave avrebbe retto un certo peso e, per avere una risposta, mettere sulla trave un corpo con quel peso e osservare che cosa succedeva.

Geniale in tante cose, in questo caso Turing fece, però, un po' la stessa figura di quel produttore cinematografico che, appena pochi anni prima, si era esibito nella poco lungimirante dichiarazione che la televisione non sarebbe durata, perché le persone si sarebbero presto stancate di stare davanti a una scatola di compensato ogni sera. Eravamo nel 1950, però, e chiunque avrebbe risposto con un risolino di sufficienza alla domanda se pensasse di lasciarsi ingannare da un ENIAC da 30 tonnellate (Fig. 2), surriscaldato nel problematico tentativo di accreditarsi, attraverso un dialogo a distanza, come un umano intelligente. Nel 2023 categorie di lavoratori intellettuali che si pensavano al riparo dei rischi dell'automazione scoprono di essere sul punto di essere sostituiti

da macchine capaci di fare il loro stesso lavoro e quindi, per definizione, "intelligenti".

Noi umani stentiamo a concordare su una definizione di intelligenza, anche se concordiamo senza difficoltà nel definirci dotati di Intelligenza Umana (IU). Una definizione di largo uso, dovuta a James Albus<sup>2</sup>, un ingegnere che lavorò a lungo alla comprensione dei meccanismi computazionali e rappresentativi del cervello umano, propone di considerare l'intelligenza come la capacità di un sistema di agire in modo appropriato in un ambiente incerto, dove le azioni appropriate sono quelle che aumentano le probabilità di successo. Tralascero per il momento di considerare che cosa si intenda per "successo" per sottolineare, piuttosto, il fatto che, seguendo la definizione, siamo immersi in un mondo di intelligenza diffusa, una qualità in possesso di sistemi così disparati come una quercia secolare, un micelio fungino esteso nel sottosuolo, un polpo, un umano, una colonia di insetti sociali. In definitiva, si potrebbe pensare all'intera biosfera come un sistema intelligente, formato da sottoinsiemi a loro volta intelligenti. Torno rapidamente al termine "successo" della definizione di Albus. Il successo di un'azione può

essere valutato solo in funzione di uno scopo; pertanto, quale che sia lo scopo, il concetto di intelligenza può applicarsi solo a sistemi teleologici. Nel campo dei viventi, la selezione naturale ha favorito gli organismi (non necessariamente individui) con maggiore successo evolutivo, cioè capaci di originare una prole più numerosa di al-



**Fig. 2. ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Computer*) fu il primo computer elettronico digitale programmabile. Completato nel 1946, occupava uno scantinato di 15 m per 9 m nella Moore School of Electrical Engineering della Università di Pennsylvania (da <https://www.britannica.com/technology/ENIAC>).**

2. Albus J S, *Outline for a theory of intelligence*, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, volume 21, issue 3:473-509, 1991.

tri. In una visione estrema, ma anche un po' limitata, e che tuttavia bene esemplifica il concetto di "scopo", il successo evolutivo, scopo dei sistemi viventi, è aumentare quanto possibile la presenza di copie dei propri geni nel serbatoio genico di una popolazione. È bene notare che qui non si parla di scopo consapevole, ma solo di azioni la cui esecuzione rende possibile la permanenza temporale, sia pure attraverso un periodico azzeccamento delle individualità e il riciclo dei materiali costituenti, di sistemi dotati di caratteristiche simili perché "ereditate".

La consapevolezza di cui, come umani, ci diamo reciprocamente credito ci porta a considerare le prestazioni intellettuali di sistemi artificiali come GPT su un piano differente rispetto alle nostre. Se, per molti aspetti, questa differenza è bene evidente, esistono anche caratteristiche che accomunano l'IU all'IA. Ne considererò due.

Una prima caratteristica riguarda il fatto che le macchine apprendono associazioni di parole da testi scritti prodotti da umani, e queste associazioni riflettono gli atteggiamenti, spesso impliciti, espressi dagli umani. Si può trattare di associare piacevolezza a panorami naturali e sgradevolezza alle zanzare, per esempio, e qui magari nessuno avrebbe da ridire. Ma si verificano anche associazioni prevalenti meno accettabili, per esempio tra nomi femminili e cura della casa, mentre i nomi maschili sono associati allo sviluppo della carriera. O, ancora, la predisposizione a delinquere è correlata in modo differenziale al quartiere di residenza, all'etnia, alla religione.

Queste distorsioni cognitive pregiudiziali non sono espresse esplicitamente nel materiale prodotto dall'IA, ma hanno influenze statisticamente significative nei testi sfornati e nei giudizi emessi. Rischiamo di avere a che fare con una IA strumento involontario di perpetuazione delle discriminazioni basate su genere, razza, età, etnia. La causa di tutto ciò non è una perversa inclinazione

dell'IA, ma risiede nei corpora testuali forniti per l'addestramento<sup>3</sup>. Questi corpora testuali sono ricavati da Internet, contengono immancabilmente riferimenti alle attitudini e agli stereotipi umani e non sono filtrati per garantire la loro correttezza etica. In altre parole, l'addestramento dell'IA è condotto in prevalenza sulla base di ampie basi di testi rappresentativi del sentimento medio dell'umanità che fa uso di Internet e le distorsioni pregiudiziali ne sono il logico portato. Il desiderio di una IA moralmente ineccepibile, migliore di noi, è destinato a rimanere tale (un po' come il miraggio di infrangere la seconda legge della termodinamica), finché la addestriamo con i materiali che noi stessi produciamo.

In secondo luogo, l'apprendimento linguistico nell'IA ha forti analogie con quello che si verifica nei neonati umani. I piccoli di *Homo sapiens* apprendono il linguaggio attraverso un complesso processo di ascolto e di riproduzione sonora, ripetuti tentativi di imitazione basati su suoni che l'esperienza indica associati, correzioni continue accompagnate da arricchimento lessicale. Il processo di apprendimento umano somiglia a quello di una rete neurale a pre-addestramento generativo, se non nei meccanismi, sui quali non siamo ancora in grado di indagare con precisione, almeno nel metodo: induzione pura. E non mi dilungherò su come le distorsioni pregiudiziali si perpetuino, tra gli umani, da una generazione all'altra, perché le analogie con quanto ho appena ricordato nei capoversi precedenti sono sufficientemente evidenti, così come il ruolo dei processi induttivi.

Forse due differenti punti di vista, cioè se le macchine stiano diventando intelligenti oppure se la nostra tanto decantata intelligenza sia in buona parte frutto di induzione statistica, hanno qualche ragione. Ciò che per ora emerge è l'interazione tra i campi di studio di IA e IU, insieme alla difficoltà di tracciare un confine netto tra i due. ●

3. Caliskan A, Bryson J J, Narayanan A, *Semantics derived automatically from language corpora contain human-like biases*, Science,

356, 6334:183-186, 2017.

# ritratto di famiglia

## Salticidae

Gianfranco Alemanno



Femmina di *Icius* sp. su infiorescenza di lavanda (foto di Gianfranco Alemanno; immagine scattata in giardino privato in provincia di Taranto).

In questa rubrica, presentiamo un gruppo famigliare 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" è dedicato a Salticidae, appartenente alla vasta classe Arachnida, ordine Araneae (ragni), del quale si conoscono circa 50.000 specie viventi.

Salticidae è una famiglia di aracnidi appartenente all'infraordine Araneomorphae, nell'ordine Araneae. È la famiglia più numerosa di ragni a livello mondiale annoverando oltre 600 generi e più di 6000 specie. La loro distribuzione è cosmopolita e sul territorio italiano sono presenti 144 specie in 41 generi<sup>1</sup>.

I salticidi sono ragni di piccole dimensioni (2-13 mm escluse le zampe), sono facilmente distinguibili dagli altri ragni per i grandi occhi anteriori mediani. La struttura del corpo dei salticidi non differisce da quella degli altri ragni. È formato da una parte anteriore, il prosoma, e una posteriore chiamata opistosoma o addome. Il prosoma porta le quattro paia di zampe, i cheliceri (mandibole dotate di zan-

1. Pantini P e Isaia M, *Araneae*, the online Catalog of Italian spiders, with addenda on other Arachnid Orders occurring in Italy - Arachnida: Araneae,

Opiliones, Palpigradi, Pseudoscorpionida, Scorpiones, Solifugae, 2019.

ne) e i pedipalpi. Questi sono una sorta di “paio di zampe extra” che i ragni utilizzano come fossero delle mani per manipolare le prede o svolgere operazioni di pulizia (*grooming*). Inoltre, nei maschi i pedipalpi assolvono anche funzione riproduttiva: essi hanno una estremità modificata (bulbi) per trasportare lo sperma nell’epigino delle femmine. L’epigino è una sorta di apertura all’esterno dell’apparato genitale femminile.

L’opistosoma contiene la parte terminale dell’apparato digestivo, il cuore e le ghiandole sericigene che con le filiere producono il filo di seta. Prosoma e opistosoma sono uniti tra loro da un peduncolo grazie al quale possono muoversi indipendentemente.

L’aspetto generale dei salticidi è piuttosto tarchiato, con le otto zampe quasi sempre di lunghezza simile tra loro. Le zampe sono robuste e specializzate nel salto. Da qui l’origine del nome di questa famiglia di ragni.

I salticidi non producono la seta per tessere tele orbicolari o per intrappolare e avvolgere le prede. Questi ragni utilizzano la seta per ancorarsi al substrato con un filo di sicurezza ad ogni salto (come nel *bungee-jumping*!). Perfino ogni pochi centimetri di spostamento, staccano un “cavo di sicurezza” per agganciarne un altro man mano che avanzano. La seta viene utilizzata anche per creare dei ripari temporanei notturni (Fig. 2), oppure per realizzare il riparo in cui deporre le uova. Ma anche per fare il cosiddetto *ballooning*



**Fig. 2. *Evarcha jucunda* nel suo riparo di seta (foto di Gianfranco Alemanno, immagine scattata in giardino privato, provincia di Taranto).**

che consiste nel rilasciare la seta a favore di vento per far sì che la corrente li trasporti lontano. Questa tecnica è comunque molto diffusa anche in altre famiglie di ragni e, in generale, viene utilizzata principalmente da individui molto giovani, più leggeri e più bisognosi di allontanarsi dal luogo di nascita.

Come la quasi totalità dei ragni, i salticidi sono predatori, essi cacciano prevalentemente altri artropodi. Il loro modo di muoversi e di cacciare è pressoché unico nel mondo dei ragni, infatti per catturare le loro prede effettuano degli agguati in “campo aperto”, saltando su di esse. Le tecniche di cattura iniziano con l’individuazione della preda. In genere i ragni sono in grado di accorgersi della presenza di una preda grazie alle vibrazioni che emette. Nel caso di ragni dalla vista ben sviluppata invece, come i salticidi, l’individuazione avviene prevalentemente grazie alla vista. Un salticide, infatti, può essere in grado di avvistare la sua preda anche a distanze pari a 14 volte la propria lunghezza corporea<sup>2</sup>. L’ottima vista dei salticidi, probabilmente la più acuta tra gli invertebrati<sup>3</sup>, non è data solo dalla grandezza degli occhi e dalla loro disposizione sul prosoma (Fig. 3), che garantisce una visione binoculare e a 360°. Gli occhi anteriori mediani dei salticidi sono tubolari e mobili internamente, in quanto una serie di muscoli li orienta orizzontalmente e verticalmente per consentire un’esplorazione dell’ambiente circostante senza dover muovere necessariamente il resto del corpo. Una volta “agganciata” con la vista, la preda viene avvicinata lentamente, seguendo degli schemi a volte anche molto complessi, fino al salto finale, affidato alla potenza delle zampe posteriori: le zampe anteriori sono protese in avanti, allargate, mentre i cheliceri sono distesi, come le fauci di un leone, pronti al morso prima paralizzante e poi letale<sup>4</sup>.

2. Preston-Mafham R, *The Book of Spiders and Scorpions*, New York, Barnes & Noble Books, 1996. Version 12 October 2011 (under construction). The Tree of Life Web Project, <http://tolweb.org/Salticidae/2677/2011.10.12>, 2011.

3. Maddison W, *Salticidae. Jumping Spiders.*

4. Preston-Mafham R, cit.

Il consumo della preda avviene prevalentemente sul posto o nelle immediate vicinanze e le prede non vengono avvolte con la seta (Fig. 4).

Come per tutti i ragni, anche per i salticidi la dieta deve essere composta da alimento liquido, poiché ad essi manca un apparato masticatore. A questo punto entra in gioco il veleno, inoculato tramite le zanne dei cheliceri che sono collegate alle ghiandole velenifere tramite dei canali al loro interno. Questa sostanza, dopo aver svolto la



Fig. 3. Particolare del prosoma di *Menemerus semilimbatus* che evidenzia la disposizione degli ocelli (foto di Gianfranco Alemanno).



Fig. 4. Femmina di *Menemerus semilimbatus* che ha predato una mosca (foto di Gianfranco Alemanno).

funzione paralizzante sulla preda, inizia una digestione extracorporea che successivamente sarà completata dai liquidi digestivi. I tessuti della preda, ormai liquefatti verranno aspirati tramite l'apparato succhiante dello stomaco del ragno.

Le colorazioni e le forme dei salticidi sono molto variabili. Per cominciare, esiste in molte specie un dimorfismo sessuale più o meno evidente, legato principalmente ai rituali amorosi che precedono l'accoppiamento. I maschi infatti sono più appariscenti e non sono apprezzabili differenze di dimensioni rispetto alle femmine. Si pensi ad esempio al maschio di *Phylaeus chrysops* (Fig. 5) che ha l'addome rosso arancio e il prosoma nero con pedipalpi bianchi, mentre la femmina della stessa specie è di colore grigio scuro, più tozza e molto più ricca di peli. Oppure a *Saitis barbipes*, il cui maschio ha il terzo paio di zampe molto più lungo delle altre e dal colore tendente all'arancio o all'azzurro metallico. Tante forme possono stupire anche a seconda della latitudine e dell'habitat in cui si trovano. Vi sono specie tropicali del genere *Maratus* che per i colori iridescenti dell'addome e per il modo di danzare dei maschi, si sono guadagnati il nome comune di *peacock spiders*, ragni pavone. Ma tra le forme particolari è anche da segnalare quella dei mir-



Fig. 5. Dimorfismo sessuale in *Phylaeus chrysops*: a sinistra la femmina e a destra il maschio (foto di Mattia Scaramuzza, per gentile concessione dell'autore).



**Fig. 7.** Sopra una formica della specie *Pheidole pallidula*, sotto un salticida della specie *Synageles dalmaticus* (foto di Gianfranco Alemanno).

mecomorfi, gli “imitatori di formiche”; tra essi i salticidi appartenenti al genere *Myrmarachne*, oppure i nostrani *Synageles*. La somiglianza di questi ragni con le formiche (Fig. 6) non è legata necessariamente alla predazione delle formiche, che non sempre rientrano nella loro dieta. Piuttosto essi imitano le formiche attuando una sorta di mimetismo batesiano: assumono la stessa forma e imitano persino i movimenti di animali poco graditi come prede, per difendersi dai predatori. Salticidae è una famiglia di ragni molto affasci-

nante, anche dal punto di vista filogenetico, si ritiene infatti che si tratti di una famiglia monofiletica, cioè che tutte le specie discendano da un antenato comune. La monofilia di questa famiglia è supportata al meglio dalla peculiare struttura dell’occhio che produce una visione eccellente e un corrispondente comportamento basato sulla visione (la caccia a vista). In particolare, grazie agli occhi mediani anteriori che sono più grandi e a forma di tubo<sup>5</sup>. Ciascuna di queste caratteristiche può essere citata come una sinapomorfia che unisce i salticidi.

I salticidi sono i ragni che quando ti avvicini per guardarli meglio, alzano gli occhi per guardare meglio te (Fig. 7). Sono sfrontati e territoriali, spesso saltano sulla lente dell’obiettivo fotografico credendo che la loro immagine riflessa sia un rivale! Per questo sono tra i soggetti più fotografati dagli amanti della fotografia naturalistica. ●



**Fig. 7.** *Salticus* sp. che solleva il prosoma incuriosito. (Foto: Gianfranco Alemanno).

5. Scheuring L, *Die Augen der Arachnoideen*, Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere, 553-636, 1913;

Land MF, *The morphology and optics of spider eyes*, in *Neurobiology of Arachnids*, 53-78, Heidelberg, Springer, 1985; Blest AD & Sig-

mund C, *Retinal mosaics of two primitive jumping spiders*, Yaginumanis and Lyssomanes: clues to the evolution of Salticid vision,

Proc R Soc London Ser B 221: 111-125, 1984.

# focus: nuovi antibiotici

## Metallo- antibiotici: una nuova età dell'oro?

Alessia Fallocco

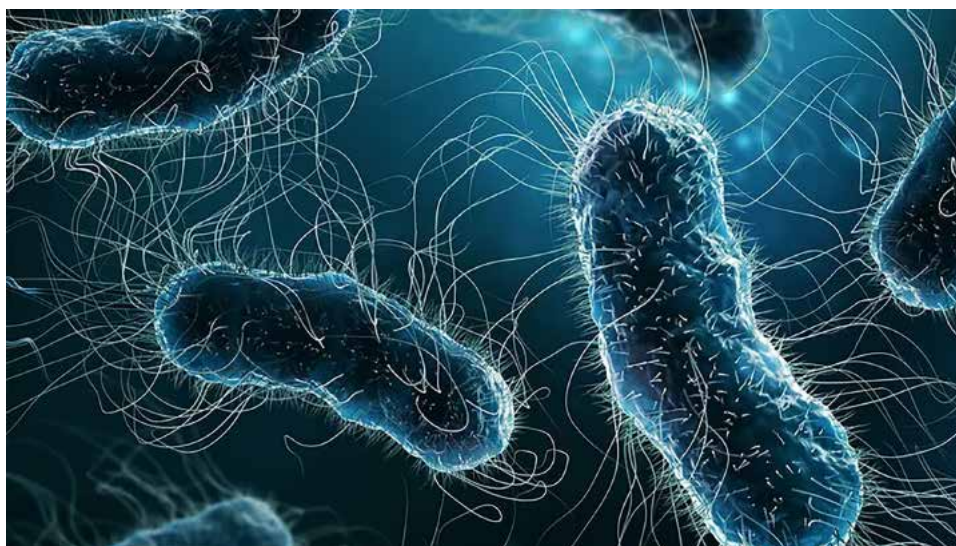
Campioni di mitridatismo, i batteri antibiotico-resistenti costituiscono la seconda causa di morte per le persone in tutto il mondo, complici l'abuso di sostanze antibiotiche per la cura personale e l'allevamento intensivo e i cambiamenti climatici. Possibili soluzioni sono state oggetto di attenzione presso l'annuale *European Congress of Clinical Microbiology and Infectious Diseases* dove la dottoressa Sara M. Soto Gonzalez del Barcelona Institute of Global Health ha presentato una ricerca di grande interesse. 19 composti contenenti complessi chimici a base d'oro, già impiegati nelle cure antitumorali, hanno rivelato una straordinaria capacità antibatterica verso la quale sarebbe difficile sviluppare una resistenza.

Non è facile vivere con la paura di poter essere avvelenato in un qualunque momento e lui questo lo sa bene. Ha cercato per lungo tempo una soluzione che gli consentisse di scrollarsi di dosso questa paura, divenuta ossessione, di poter cadere preda del veleno da un momento all'altro. Ci è riuscito alla fine, sfruttando null'altro che le leggi naturali. Assumendo ora piccole ora grandi quantità di sostanze per lui tossiche, se ne è assuefatto, rendendosi immune.

No. Non sto parlando di Mitridate, il leggendario re del Ponto. Sto parlando di *Escherichia Coli*. Sto parlando di *Pseudomonas Aeruginosa* e *Acinetobacter Baumannii*, batteri divenuti resistenti al trattamento antibiotico che costituiscono una grave minaccia per la salute pubblica e il sistema sanitario globale.

A causa del sovraconsumo di antibiotici questi batteri e molti altri, hanno sviluppato una straordinaria quanto pericolosa resistenza agli antimicrobici, tornando ad essere la seconda principale causa di morte per persone di tutto il mondo. Veri campioni di mitridatismo contro il quale l'uomo si trova (nuovamente) a ingaggiar battaglia. E chissà che anche per loro, come fu per il re del Ponto, la morte non arrivi per spada, o meglio, per lega metallica.

Le grandi scoperte scientifiche sono spesso frutto di lunghi studi. Altre volte, invece, accadono per caso. È il caso di penicillina, scoperta da Alexander Fleming nel 1928, divenuta un potente strumento contro la lotta ai microbi,



da sempre principale causa di morte tra gli esseri umani. È grazie a penicillina se questo buon soldato tornerà a casa.



Proprio con lo scoppio della Seconda Guerra Mondiale questa particolare classe di antibiotici iniziò ad essere prodotta in grandi quantità. Crebbero enormemente la ricerca e l'uso di nuove sostanze, tanto da poter definire gli anni '40 del secolo scorso una vera età dell'oro per gli antibiotici. Se ne scoprirono di nuovi e diversi, curando malattie infettive che in precedenza erano mortali, permettendo lo sviluppo di interventi chirurgici, trapianti e trattamenti oncologici. L'utilizzo degli antibiotici ha costituito il più significativo passo in avanti della medicina del XX secolo. E poi?

E poi è finita.

Felici di avere finalmente tra le mani uno strumento efficace contro la storica e spossante guerra ai microbi ne abbiamo fatto uso sfrenato. Un abuso che, ahimè, ha messo a rischio l'efficacia di molti di loro. Molti batteri hanno sviluppato quella che siamo soliti indicare come antibiotico-resistenza, la capacità di resistere agli antibiotici in grado di eliminarli.

E così, nonostante i miglioramenti evidenti apportati dagli antibiotici alla salute umana dagli anni 40 in poi, le infezioni batteriche sono tornate ad essere la seconda causa di decesso tra persone di tutto il mondo.

La diffusione di microbi antibiotico-resistenti è uno dei maggiori problemi sul piano della salute pubblica che la contemporaneità sta affrontando. Infezioni da batteri antibiotico resistenti uccidono ogni anno 700.000 persone in tutto il mondo. Stime che, purtroppo, sono destinate a crescere: se non si prenderanno misure adeguate i decessi per infezione batterica potrebbero sfiorare i 10.000.000 l'anno, superando persino le morti per cancro. Un sorpasso che in realtà sta già avvenendo. Il report dell'Antimicrobiale Resistenza Collaborators (2022) registra ben 4,9 milioni di decessi per infezione batterica tra gli statunitensi nel solo 2019.

È dal 1968, anno della scoperta delle cefalosporine, che non si sviluppano nuovi antibiotici nel senso vero del termine. A causa dell'onerosità dei metodi tradizionali di produzione degli antibiotici



e la gran quantità di tempo richiesta dal processo, le case farmaceutiche non investono e i ricercatori tendono piuttosto ad elaborare “nuove molecole” a partire da quelle già esistenti. Insomma, per citare Manzoni, “portare a nuova vita fatti ed eroi del passato”. Una strategia efficace solo a metà. I batteri, memori della lotta alla molecola madre, sviluppano presto una resistenza al “nuovo antibiotico” annullandone l’efficacia. Veri campioni di mitridatismo. Eppure, non tutto è perduto.

Proprio come Mitridate, anche i batteri conosceranno la morte. E come lui, lo faranno a causa di un metallo. C’è speranza per la lotta all’antibiotico resistenza. Una speranza data da un complesso chimico conosciuto, un eroe del passato, a cui i ricercatori, e alcuni in particolare, hanno dato nuova vita scoprendone le proprietà antimicrobiche sconosciute.

Sto parlando dei complessi chimici oro (I) e oro (III) la cui efficacia antireumatica e antitumorale era già nota, ma di cui recentemente è stata scoperta anche una inattesa efficacia antibatterica (Cassetta et al. 2014).

Nelle tabelle sotto riportate è possibile osservare questa efficacia. In particolare, si evidenziano le diverse concentrazioni in microgrammi per millilitro per cui ciascun composto contenente complesso chimico oro (I) e oro (III) risulta ben attivo contro specifici batteri.

Lo studio è merito della dott.ssa Sara M. Soto Gonzalez del Barcelona Institute for Global Health, la quale ha testato l’efficacia di ben 19 composti contenenti i due complessi chimici a base d’oro su diversi batteri multi-resistenti. 19 nuovi potenziali antibiotici a base metallica. I risultati discussi all’annuale European Congress of Clinical Microbiology and Infectious Diseases a Co-

### Gold complexes

**Table 1.** Antibacterial activity (MIC) of the gold(I) complexes.

Compound	MIC (µg/mL)								Ref.
	Gram-positive					Gram-negative			
	<i>S. aureus</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>B. cereus</i>	<i>S. epidermidis</i>	<i>E. faecium</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	
Auranofin	0.125-0.25	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	31.25	>250	Cassetta et al., 2014
2	0.12	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	15.63	>250	Novelli et al., 1999
3	0.12-0.24	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	7.81-15.63	>250	Novelli et al., 1999
4	7.9	n.r.	15.7	n.r.	n.r.	n.r.	>1000	>1000	Nomiya et al., 2000
5	125	n.r.	125	n.r.	n.r.	n.r.	>1000	>1000	Nomiya et al., 2000
6	3	3	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	>60	n.r.	Fillat et al., 2011
7	3	3	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	18	n.r.	Fillat et al., 2011
8	1 <sup>a</sup>	n.r.	n.r.	1 <sup>a</sup>	n.r.	n.r.	100 <sup>a</sup>	n.r.	Elie et al., 2009
9	10 <sup>b</sup>	n.r.	n.r.	10 <sup>b</sup>	n.r.	n.r.	100 <sup>b</sup>	n.r.	Elie et al., 2009
10	10	n.r.	n.r.	1	n.r.	n.r.	10	n.r.	Frik et al., 2012
11	10	n.r.	n.r.	10	n.r.	n.r.	10	n.r.	Frik et al., 2012
12	<6.25	n.r.	<6.25	n.r.	n.r.	n.r.	100	100	Barreiro et al., 2012
13	3.12	3.12	n.r.	n.r.	6.25	n.r.	n.r.	3.12	Özdemir et al., 2004
14	n.r.	n.r.	6.69	n.r.	n.r.	n.r.	>1000	>1000	Ray et al., 2007
15	0.24	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	1.18	n.r.	n.r.	Schmidt et al., 2017
16	3.51	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	1.75	Samanta et al. 2013

**Table 3.** Antibacterial activity (MIC) of the gold(III) complexes.

Compound	MIC (µg/mL)								Ref.
	Gram-positive					Gram-negative			
	<i>S. aureus</i>	<i>S. haemolyticus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>K. pneumoniae</i>	<i>E. faecium</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>A. baumannii</i>	
17	1-2.5	1-2.5	n.r.	10-25	n.r.	10-25	10-25	n.r.	Parish 1999
18	0.25-1	1-2.5	n.r.	n.r.	n.r.	2.5-10	50-100	n.r.	Parish et al., 1996
19	n.r.	n.r.	10*	n.r.	n.r.	4*	4*	n.r.	Dinger et al., 1998
20	n.r.	n.r.	12*	n.r.	n.r.	8*	8*	n.r.	Dinger et al., 1998
21	3.13	1.56	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	Pintus et al., 2017
22	10.14	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	>100	n.r.	n.r.	Fontinha et al., 2020
23	1.36-2.72	n.r.	2.72-5.44	n.r.	11-25	25-50	n.r.	n.r.	Chakraborty et al., 2021
24	3.12-6.25	n.r.	3.12-6.25	n.r.	>50	>50	n.r.	n.r.	Chakraborty et al., 2021
25	0.38	n.r.	n.r.	8.9	0.57	18.8	40.6	4.0	Büssing et al., 2021
26	1.18	n.r.	n.r.	49.2	6.2	>16	40.1	9.2	Büssing et al., 2021
27	1.32	n.r.	n.r.	36.7	3.1	27.5	>16	9.2	Büssing et al., 2021
28	0.04-0.37	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	5.9-11.8	11.8	0.74	Soto et al., 2019

n.r., Not reported; \* Minimum concentration to create a clearing zone of 0.5 cm: 1, 10, 100.

penaghen lo scorso aprile sono stati sorprendenti e fanno sperare.

Nello specifico è stata analizzata l'azione di 19 diversi composti a base d'oro su otto classi di batteri multi-resistenti: MRSA, *Staphylococcus Epidermis*, *Pseudomonas Aeruginosa*, *Stenotrophomonas Maltophilia*, *Acinetobacter Baumannii* e *Escherichia Coli*. Quattro di questi compaiono sulla lista dei patogeni antibioticoresistenti dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, giudicati tra i più pericolosi per la salute umana.

Dai risultati è emersa l'efficacia di tutti i composti contro almeno uno dei batteri presi in considerazione, mentre ben 16 su 19 sono stati in grado di agire contro MRSA e *Staphylococcus Epidermis*, tra le maggiori cause di infezione ospedaliera.

Non solo. Gli antibiotici a base d'oro sembrerebbero in grado di prevenire la formazione di resistenza antimicrobica grazie ad una speciale azione multimodale con la quale intervengono sui batteri bersaglio.

“Per quanto ne sappiamo” spiega la dottoressa Gonzalez nell'intervista qui di seguito pubblicata “l'azione dei nuovi antibiotici coinvolge la membrana esterna delle cellule batteriche e in parti-

colare il peptidoglicano e l'enzima Tioredossina riduttasi”. Il primo è un polimero costituito da zuccheri che riveste la parete cellulare dei batteri conferendo stabilità alla struttura. La seconda è una proteina antiossidante a cui è associato un enzima rigenerante, la Tioredossina riduttasi 1. Proprio questo enzima è prodotto in gran quantità dalle cellule tumorali per far fronte ai farmaci antitumorali. Farmaci nella cui composizione figurano sia il complesso chimico oro (I) sia il complesso chimico oro (III). “Gli antibiotici a base d'oro danneggiano la membrana esterna, lasciandosi assorbire dal batterio. A questo punto il complesso chimico a base d'oro altera il metabolismo della cellula batterica, inibendo anche la Tioredossina reduttasi”. E nessun batterio può sviluppare resistenza contro un farmaco che inibisce la matrice della resistenza stessa!

Tremate allora, batteri multi-resistenti. Gli studi della dottoressa Soto Gonzalez aprono la strada per nuove possibilità di cura contro quella che è, oggi, la seconda causa di morte al mondo. E l'Italia è forse uno dei paesi più colpiti in tutto il continente europeo. Secondo l'organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE),

la proporzione di infezioni antibiotico-resistenti nel nostro paese è di molto superiore alla media degli altri Paesi OCSE, che si attesta al 17%. Nel 2021 ben 138 laboratori distribuiti in 20 Regioni e sotto la direzione dell'Istituto Superiore di Sanità hanno rilevato che le percentuali di resistenza alle principali classi di antibiotici per gli 8 patogeni sotto sorveglianza sono elevate. Sotto accusa l'uso e abuso di antibiotici. Secondo il Rapporto nazionale 2021, l'uso degli antibiotici in Italia è stato pari a 17,1 dosi ogni mille abitanti. Consumi ben superiori a quelli di molti paesi seppur in riduzione del 3,3% rispetto al 2020.

Sfortunatamente, promettenti risultati in vitro non sempre hanno gli stessi effetti positivi in vivo e dunque, a dispetto di ogni sforzo, gli scienziati stanno ancora lavorando su una terapia antibatterica basata su antimicrobici a base d'oro. Una tra le ragioni fondamentali è la particolare composizione chimica dei complessi chimici a base d'oro. “Dobbiamo innanzitutto capire di più sulla possibile tossicità dei metallo-antibiotici” spiega la dottoressa Gonzalez. “In base alle nostre conoscenze attuali, questa potrebbe essere superata grazie all'incapsulamento del complesso chimico nelle ciclodestrine, ma ulteriori studi devono essere portati avanti”.

Si tratta di studi di fondamentale importanza per tutte quelle politiche sanitarie che vogliono dirsi davvero avvedute, ma che non esauriscono la soluzione al problema della minaccia batterica. Ciò significa che gli antibiotici a base d'oro sono utili alleati contro i nostri più vecchi nemici. Ma cosa fare contro i nuovi?

Il cambiamento climatico, la gestione delle risorse idriche e tante altre azioni sono direttamente responsabili della maggior diffusione di batteri nell'ambiente. “Nelle acque reflue” conferma Soto Gonzalez “troviamo traccia di batteri resistenti ma anche di antibiotici. È importante non riversare nelle acque scarti farmaceutici, chimici o antibiotici di ogni genere ed evitare accuratamente l'uso spropositato non solo da parte dell'uomo ma anche da parte dell'allevamento industriale”.

Il progresso medico a cui la dottoressa Gonzalez e il suo team stanno dando un gran contributo, non esaurisce dunque il discorso. La lotta contro i microbi è una questione di salute pubblica e dunque punto di convergenza di ricerca medica e responsabilità sociale. L'invito è che gli investimenti nella ricerca vadano di pari passo con una politica di sensibilizzazione e responsabilizzazione della cittadinanza in modo da ottenere il coinvolgimento di tutte le componenti sociali in quella che è la storica lotta contro i microbi.

Ricercatori e cittadini tutti, unitevi! Si prospetta l'inizio di una nuova età dell'oro! ●

#### Bibliografia

Antimicrobial Resistance Collaborators, *Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis*, Lancet 20, 2022, doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02724-0.

Cassetta MI, Marzo T, Fallani S, Novelli A, Messori L, (2014). *Drug repositioning: Auranofin as a prospective antimicrobial agent for the treatment of severe Staphylococcal infections*, Biometals 27:787-91, 2014, doi.org/10.1007/s10534-014-9743-6.

Ratia C, Cepas V, Soengas R, Navarro Y, Velasco-de-Andrés M, Iglesias MJ, Lozano F, López-Ortiz F, Soto SM, *A novel antibacterial candidate against drug-resistant bacteria* (2022).



## Il problema della resistenza agli antibiotici in Italia

La resistenza agli antibiotici è un fenomeno in cui i batteri, virus, funghi o parassiti diventano capaci di resistere agli effetti degli antibiotici, farmaci che sono progettati per uccidere o inibire la crescita dei microrganismi patogeni. La resistenza agli antibiotici si sviluppa principalmente a causa dell'uso e dell'abuso indiscriminato degli antibiotici negli esseri umani, negli animali e nell'agricoltura. Il problema è importante perché riduce l'efficacia degli antibiotici e rende più difficile il trattamento delle infezioni batteriche. Ciò può portare a infezioni più gravi, prolungate e difficili da trattare, con conseguente aumento della morbilità e mortalità. Inoltre, la resistenza agli antibiotici può aumentare i costi sanitari a causa della necessità di utilizzare antibiotici più potenti o di ricorrere a trattamenti alternativi più costosi.

In Italia, come in molti altri paesi, la resistenza agli antibiotici è diventata una preoccupazione crescente negli ultimi decenni. Ciò è dovuto a diversi fattori, tra cui un uso eccessivo e improprio degli antibiotici in medicina umana e veterinaria, la mancanza di nuovi antibiotici efficaci, e la diffusione di batteri resistenti nell'ambiente e nelle comunità. Secondo il "Rapporto AR-ISS 2019" dell'Istituto Superiore di Sanità (ISS), l'Italia presenta una situazione critica per la resistenza agli antibiotici, con una prevalenza elevata di batteri resistenti a diversi antibiotici, compresi i carbapenemi, che sono antibiotici di ultima risorsa a larghissimo spettro. Ad esempio, la prevalenza di batteri resistenti ai carbapenemi è aumentata negli ospedali italiani negli ultimi anni. Gli ospedali in Italia sono un importante focolaio di resistenza agli antibiotici. Secondo i dati del Sistema di Sorveglianza dell'Antibiotico-Resistenza in Italia (AR-ISS), nel 2019 la resistenza agli antibiotici nei batteri Gram-negativi isolati da pazienti ospedalizzati è stata superiore al 30% per alcuni antibiotici, come i carbapenemi.

L'uso eccessivo di antibiotici è uno dei fattori principali che contribuiscono alla resistenza agli antibiotici. Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), l'Italia è uno dei paesi europei con uno dei più alti tassi di consumo di antibiotici, sia in ambito ospedaliero che sociale. Oggi in Italia sono in atto vari programmi di sorveglianza e controllo per affrontare il problema della resistenza agli antibiotici. Eccone un sintetico elenco.

1. **Pianificazione strategica:** Il Ministero della Salute italiano ha adottato una strategia nazionale sulla resistenza agli antibiotici, con l'obiettivo di prevenire e contrastare la diffusione dei batteri resistenti agli antibiotici attraverso la promozione di un uso appropriato degli antibiotici, la sorveglianza epidemiologica e la promozione di buone pratiche in ambito sanitario.
2. **Campagne di sensibilizzazione:** Sono state promosse campagne di sensibilizzazione rivolte sia al pubblico che agli operatori sanitari sull'importanza dell'uso appropriato degli antibiotici, evidenziando la necessità di utilizzare gli antibiotici solo quando strettamente necessario e seguendo le indicazioni del medico.
3. **Sorveglianza e monitoraggio:** È stata istituita una rete di sorveglianza e monitoraggio della resistenza agli antibiotici, che coinvolge laboratori di microbiologia in tutto il Paese, per raccogliere dati sull'incidenza e la diffusione dei batteri resistenti agli antibiotici.
4. **Formazione degli operatori sanitari:** Sono stati promossi programmi di formazione specifici per gli operatori sanitari, compresi medici, infermieri e farmacisti, sulla corretta prescrizione e gestione degli antibiotici, compresa la promozione di programmi di antibiotico *stewardship*, ovvero l'uso responsabile degli antibiotici per preservarne l'efficacia.
5. **Regolamentazione:** Sono state introdotte normative e linee guida specifiche per la prescrizione e la dispensazione degli antibiotici, al fine di ridurre l'uso inappropriato e limitare la diffusione della resistenza. Ad esempio, è stato vietato l'uso di antibiotici come promotori di crescita negli animali destinati all'alimentazione, al fine di prevenire la diffusione della resistenza attraverso la catena alimentare.
6. **Ricerca scientifica:** Sono stati promossi studi scientifici sulla resistenza agli antibiotici, al fine di comprendere meglio i meccanismi di resistenza, sviluppare nuovi antibiotici e alternative terapeutiche, e promuovere l'innovazione nel campo degli antimicrobici.

È cruciale affrontare il problema della resistenza agli antibiotici in Italia e in tutto il mondo in modo integrato e coordinato, coinvolgendo diverse parti interessate, tra cui governi, professionisti sanitari, industrie farmaceutiche, agricoltura, veterinaria e il pubblico generale, al fine di preservare l'efficacia degli antibiotici per le generazioni future.

La lotta contro la resistenza agli antibiotici richiede un approccio multidisciplinare che coinvolga autorità sanitarie, operatori sanitari, ricerca scientifica e il coinvolgimento attivo del pubblico per promuovere un uso responsabile degli antibiotici e preservarne l'efficacia nel lungo termine.

---

## Intervista a Sara M. Soto Gonzalez

Gli studi della dottoressa Sara M. Soto Gonzalez riguardano particolari molecole contenenti i complessi chimici oro (I) e oro (III), già impiegati nella creazione di farmaci antitumorali. La dottoressa Gonzales ha rilevato anche un'interessante attività antibatterica che li renderebbe complessi ideali nello sviluppo di nuovi antibiotici.

---

Alessia Fallocco

---

Nuovi studi si stanno concentrando sullo sviluppo di nuove molecole da cui poter sviluppare antimicrobici efficaci contro quella che è ormai la seconda causa di morte per le persone di tutto il mondo: le infezioni da batteri multi-resistenti, in grado di neutralizzare l'efficacia di diverse molecole antibiotiche inizialmente nate proprio per contrastarli. Questo tipo di infezione uccide attualmente 700.000 persone ogni anno. Dato destinato a salire se non si interverrà al più presto.

Il futuro della lotta all'antibiotico-resistenza è stato al centro del discorso durante l'annuale Congress of Clinical Microbiology & Infectious Diseases a cui ha preso parte la dottoressa Sara M. Soto Gonzalez, dell'Università di Barcellona che sono qui ad intervistare proprio in merito alle sue recenti scoperte.

I suoi studi riguardano particolari molecole contenenti i complessi chimici oro (I) e oro (III), già impiegati nella creazione di farmaci antitumorali. La dottoressa Gonzales ha rilevato anche un'interessante attività antibatterica che li renderebbe complessi ideali nello sviluppo di nuovi antibiotici. Antibiotici a base d'oro!

Vorrei chiederle, dottoressa, che cos'è esattamente un antibiotico a base d'oro. Sappiamo che gli antibiotici sono sostanze prodotte da certi microrganismi e in grado di ucciderne altri. Sostanze organiche dunque. Nel caso degli antibiotici a base d'oro invece, quello che abbiamo è un complesso chimico a base d'oro all'interno della catena. Potrebbe spiegare esattamente che cos'è un antibiotico a base d'oro e come funziona?



*Gli antibiotici a base d'oro sono delle piccole molecole che contengono oro all'interno della loro struttura. Quelle più studiate fino ad ora contengono il complesso oro (I). Un esempio è l'Auranofin che ha mostrato eccellenti capacità antitumorali e recentemente anche attività antibatterica. Questa particolare struttura contenente oro, infatti, gli permette di combinarsi con leghe di diverso tipo, riadattando la propria attività e strategia di combattimento ai diversi tipi di batteri contro cui si scontra. Diciamo pure che hanno azione multimodale.*

A proposito di questa azione multimodale leggo che è non solo efficace contro i batteri ma che impedisce persino la formazione di una resistenza batterica. Può dirmi esattamente in cosa consiste questa strategia multimodale e come può impedire la formazione della resistenza batterica?

*Per quanto ne sappiamo quest'azione coinvolge la membrana esterna della cellula batterica, il peptidoglicano e l'enzima Tioredossina riduttasi. La sua struttura danneggia la membrana esterna e lascia che il batterio inglobi la molecola. Questo è tanto più vero per quelle molecole contenenti il complesso oro (III). Una volta inglobata la molecola, l'analisi trascrittomica ha rilevato un malfunzionamento del ciclo TCA e una serie di squilibri metabolici all'interno della cellula batterica, tra cui l'inibizione della Tioredossina riduttasi.*

*Significa che i batteri, volessero resistere all'azione di queste molecole, dovrebbero modificare il loro stesso metabolismo.*

Ci sono dei rischi collegati allo sviluppo degli antibiotici-a base d'oro? mi riferisco al caso in cui dovessero davvero iniziare ad essere prodotti e venduti sul mercato...

*Il rischio principale è connesso alla tossicità del metallo in essi contenuto. Servono più studi riguardo l'accumulazione di residui metallici nell'organismo umano e come se ne potrebbe far*

*fronte. Qualche soluzione si sta già sperimentando. Penso, ad esempio, all'incapsulamento.*

La mia ultima domanda vuole essere un po' meno scientifica e più filosofica, diciamo così. Sappiamo che la resistenza agli antibiotici è stata sviluppata dai batteri a seguito di un abuso da parte nostra di questi farmaci. Un abuso che non è cessato nemmeno quando le infezioni da batteri multi-resistenti sono tornate ad essere la seconda causa di morte in tutto il mondo. Gli antibiotici a base d'oro si prospettano in grado di sconfiggere i batteri multi-resistenti e di non far emergere alcuna resistenza. Mi domando se questo non porterà ad un abuso ancora maggiore di tali sostanze. Se dovesse essere così cosa dovremmo aspettarci? In più, penso alla recente notizia della pericolosa diffusione del batterio *Vibrio Vulnificus* lungo la East Coast degli Stati Uniti, dovuta all'aumento di temperatura delle acque causata dal cambiamento climatico. Pare che la lotta ai batteri non sia solo questione prettamente medica ma anche di responsabilità sociale. Lei cosa ne pensa?

*Gli antibiotici a base d'oro su cui stiamo lavorando dovrebbero essere usati come riserve nel caso in cui il trattamento tradizionale non funzionasse, in modo da evitare una vera e propria emergenza sanitaria e avere armi da impiegare nelle battaglie più critiche; soluzioni per i casi più gravi. Il cambiamento climatico, la gestione delle risorse idriche e tanto altro sono coinvolti nella diffusione batterica tanto quanto un sovraconsumo di antibiotici. Per esempio, nelle acque reflue troviamo spesso traccia di batteri ma anche di residui antibiotici per cui i batteri hanno sviluppato una certa resistenza. È importante smaltire correttamente i rifiuti, di qualunque genere siano, e non abusare degli antibiotici. Questo vale per il consumo personale ma penso anche al largo uso di antibiotici che si fa negli allevamenti intensivi. Un uso moderato di queste sostanze tra gli umani e gli animali è senz'altro una delle strategie migliori per evitare che il problema dell'antibiotico-resistenza si diffonda ancora. ●*

# uno scatto alla natura

## Igiene orale in fondo al mare

testo e foto di Gianfranco Alemanno



**Murena (*Muraena helena*) con il gambero pulitore (*Lysmata seticaudata*). Scena fotografata il 3 agosto 2019, nel Golfo di Taranto, al largo di Porto Pirrone (Leporano, TA), profondità 16 m. Foto: Olympus TG-5 con custodia subacquea, flash Sea&Sea YS-01**

Tra le specie animali molto spesso, se non addirittura sempre, esiste una certa forma di convivenza. Nella nostra memoria di spettatori di documentari o lettori di libri sul mondo animale o anche di semplici osservatori “di tutti i giorni”, esistono tanti esempi di queste forme di convivenza. Pensiamo ad esempio ai grossi mammiferi della savana che spesso ospitano sui loro dorsi alcune specie di uccelli, oppure alle remore che nuotano attaccate ai grossi pesci pelagici. Perfino noi esseri umani abbiamo ospiti (invisibili) che popolano la cosiddetta flora intestinale. Ebbene, tra tutte le forme di convivenza tra specie, si possono distinguere esempi positivi per le specie coinvolte o negativi per una delle specie. Tra quelli positivi oggi parleremo della simbiosi mutualistica o, semplicemente, *mutualismo*. Il mutualismo è sostanzialmente una specie di accordo non scritto tra due o più specie, in questo caso animali, che dalla convivenza traggono reciproci vantaggi. Gli uccelli sul dorso dei mammiferi africani citati poc’anzi, nutrendosi degli insetti parassiti, liberano i loro ospiti da un bel fastidio! Anche sott’acqua, durante un’immersione, è possibile assistere a casi di mutualismo tra specie animali. Ed anche in questi casi, è evidente che entrambi i protagonisti traggono un reciproco vantaggio.

Ma soprattutto è evidente come queste forme di convivenza abbiano delle regole ferree, che nessuno dei due si sognerebbe di infrangere. Mi piace definirle *leggi scritte nei rispettivi DNA* delle specie coinvolte. Nella foto che fa da titolo a questo articolo, è possibile ammirare la fiducia con la quale il gambero pulitore (*Lysmata seticaudata*) si aggira tra le temibili fauci della murena (*Muraena helena*). Le sua è una posizione privilegiata: da preda, anche molto ambita, si è trasformato in igienista dentale di un grande predatore. In questo modo, il piccolo crostaceo trae il vantaggio di potersi nutrire dei residui alimentari che restano incastrati tra i denti del pesce e quest'ultimo potrà sfoggiare sempre un sorriso smagliante! I gamberetti pulitori non si limitano alla sola pulizia della bocca delle murene e di altre specie di pesci, ma tengono pulita anche la loro pelle. Questa funzione non è esclusiva dei crostacei (sono coinvolte varie specie di gamberi); si possono infatti trovare nelle tane, che fanno da vere e proprie stazioni di pulizia, anche piccoli pesci come la bavosa bianca (*Parablennius rouxi*). ●



In questa immagine, scattata allo stesso esemplare della prima foto, ma in momenti diversi, oltre al gamberetto (*Lysmata seticaudata*), si nota in alto a sinistra una piccola bavosa bianca (*Parablennius rouxi*). Foto: © Gianfranco Alemanno.

---

## L'arte scientifica, la scienza artistica

Tiziano Gorini

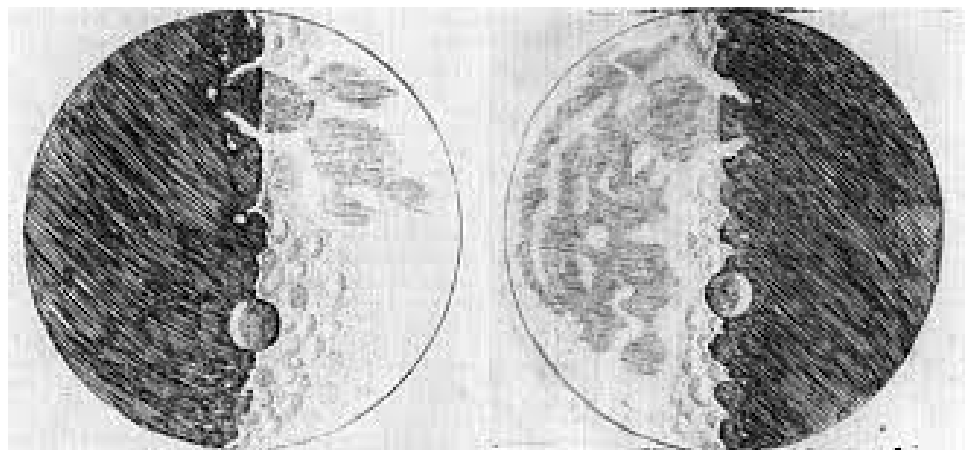
---

L'articolo percorre la storia dei rapporti tra scienza, tecnica e arte nelle epoche antica, medievale e moderna. Particolarmente significativa è la trasformazione della relazione tra tecnica e arte: in epoca moderna la tecnica si scinde in "tecnologia", indispensabile ausilio della scienza, e "arte", contrapposta - almeno a partire dal romanticismo - alla scienza. In questo percorso uno snodo significativo - e diverso - è rappresentato dal naturalismo rinascimentale, in cui risultano assai stretti i nessi tra scienza e arte.

---

Per l'epistemologia e per la storia della scienza è stata una risultanza definitiva l'individuazione, che si deve ad Alexandre Koyré, di un evento fondamentale per la nascita della scienza moderna: il passaggio dal mondo del pressappoco all'universo della precisione, ovvero da un mondo in cui la natura così come approssimativamente la si esperisce e conosce attraverso la percezione e il senso comune è vaga, cangiante e indistinta, ad un altro mondo in cui essa si rende invece disponibile all'esattezza dell'osservazione e della misura, alla verifica dell'esperimento, alla conformità dell'algoritmo. Ciò, per Koyré, fu l'esito dell'incontro tra l'epistème e la téchne, tra la conoscenza teoretica e la tecnica.

Evento fondativo, dunque, che come sempre avviene nel divenire storico ebbe molteplici e complementari cause, ad esempio la sdivinizzazione del creato e la diffusione rinascimentale del platonismo; ma certamente fu lo strumento scientifico a consentirlo, in quanto medium in cui téchne ed epistème, dunque tecnologia, fisica e matematica coesistono e coincidono<sup>1</sup>. Probabilmente lo strumento esemplare di questa coesistenza e coincidenza è il cronometro, lo strumento per misurare il tempo che è stato determinante per il metodo scientifico; esso fu inventato dagli scienziati che,



**La luna disegnata da Galileo nel Sidereus Nuncius**

1. Koyré A, *Dal mondo del pressappoco all'universo della precisione*, Torino, Einaudi, 1967.

come Galileo per i suoi essenziali esperimenti di movimento sul piano inclinato, non potevano accontentarsi dell'imprecisione della clessidra ad acqua o altri rudimentali apparecchi. Ma ovviamente l'elenco sarebbe lungo, a cominciare dal telescopio e dal microscopio, senza i quali l'astronomia e la biologia moderne non esisterebbero. Infatti può accadere che uno strumento scientifico possa influenzare la configurazione e la metodologia di una disciplina scientifica, perfino le sue teorie; d'altronde la sua caratteristica specifica è di essere non un mero utensile bensì proprio la reificazione della teoria<sup>2</sup>.

Tuttavia l'analisi compiuta da Koyré è incompleta, perché nella sua ricostruzione del nesso tra *téchne* ed *epistémè* è incorso in una "distrazione" epistemologica, ignorando un elemento costituente e originario della tecnica: l'arte. La distrazione è comprensibile, in quanto l'evolversi della scienza le ha separate, creando due spazi disgiunti, per cui pensare la relazione tra scienza e arte può sembrare irrilevante o addirittura fuorviante, dato che ci si è abituati proprio a pensare all'interno dell'antinomia scienza o arte. L'antinomia è antica: iniziò a formarsi con la filosofia antica, che postulava una superiorità gnoseologica della teoresi sulla prassi; si consolidò nel Medio Evo, entro la distinzione tra arti liberali ed arti meccaniche; si rinnovò in epoca moderna, sia pure in termini differenti rispetto al passato, dopo il breve momento rinascimentale.

Nella Grecia classica *téchne* designava attività artigianali, pratiche umili ed infime, perciò spesso la parola veniva pronunciata con dispregio dai filosofi che stavano elaborando una forma di conoscenza astratta ritenuta superiore, l'*epistémè*. La traduzione latina di *téchne* fu *ars*, ovvero un insieme di procedimenti atti a produrre un deter-

minato risultato nel variegato mondo dell'agire umano; nel Medio Evo il campo dell'arte si divise tra arti liberali ed arti meccaniche, le prime proprie degli intellettuali, le seconde degli anonimi artigiani. Dal '300 in poi alcuni tra questi (il pittore, lo scultore, l'architetto) cominciarono a godere di nuova e maggiore considerazione e la loro arte si separò da quelle meccaniche; è un processo che culmina col Rinascimento, quando uomini come Michelangelo non furono più considerati come semplici artigiani ma piuttosto artefici, demiurghi della materia, e quindi si formerà la nuova e sempre più rigida dicotomia artigiano o artista; dopo il Rinascimento, ormai riformulata l'antica gerarchia, il termine "arte" quindi designerà esclusivamente quelle attività creative e ricreative alle quali la cultura moderna riconosce un ruolo esteticamente differenziato e privilegiato. Dunque c'è stato un processo storico per cui nell'epoca moderna *téchne* diviene da un lato "tecnica", anzi "tecnologia", cioè un metodo organizzato su basi scientifiche per controllare e modificare l'ambiente in modo vantaggioso per l'essere umano, dall'altro "arte", anzi un complesso di "belle arti"<sup>3</sup>. Si deve dunque soprattutto alla scienza di aver fatto della tecnica, la "vile meccanica" medievale, il proprio indispensabile ausilio, sottraendola al limbo dell'ignobiltà. L'arte ha avuto un altro destino, perfino è diventata, in epoca romantica, l'antagonista della scienza.

Eppure, in quanto tecnica anch'essa, ha avuto un ruolo di non scarso rilievo nella nascita della scienza, e anch'essa ha contribuito al passaggio dal mondo del pressappoco all'universo della precisione; perché se lo strumento ha fornito alla conoscenza scientifica la possibilità della misura precisa e dell'esperimento, l'arte l'ha provvista

2. Gorini T, *L'essenza dello strumento scientifico*, Naturalmente, 2, 2010. Sulla relazione tra scienza e arte dal punto di vista epistemologico si veda anche Gorini T, *Scienza e arte*, Naturalmente, 2, 2009.

3. *Téchne* è una parola densa, indice di un nodo concettuale da cui si dipartono congiunture ingarbugliate che per essere districcate richiedono di seguire il percorso dei suoi significati, perciò un breve excursus filologico e filosofico può aiutare a comprendere. In Platone per-

sistono ancora le oscillazioni concettuali proprie della transizione teoretica ma ormai il cammino è intrapreso, perché nonostante l'accostamento di *epistémè* e *téchne* sia incerto e discontinuo, pur nell'indeterminatezza lessicale si capisce che l'una è subordinata all'altra,

che una differenza, una gerarchia di forme di conoscenza si va instaurando, ripudiando l'ambito culturale in cui *téchne* era un'altra cosa, aveva un altro significato. Omero infatti la poneva in relazione con il lavoro dei carpentieri e dei metallurghi, nonché con le attività fem-

invece del sostegno dell'osservazione e della descrizione minuziosamente empirica. Soprattutto nel campo della biologia, prima però della sua costituzione in scienza, nel XIX secolo. Nel '600 la fisica elaborò un nuovo paradigma, il meccanicismo, nonché una metodologia di ricerca che liberò l'indagine della natura da speculazioni e superstizioni; lo stesso non avvenne per lo studio del mondo vivente, anche se ci fu il tentativo, fallito, di Cartesio di estendere il punto di vista meccanicista agli organismi. Priva di un proprio paradigma subì un ritardo epistemico, che tuttavia non fu causato da un deficit di ricerche e di sviluppi nella conoscenza della natura: il progresso vi fu, però avvenne più lentamente e in un ordine sparso, perché più tardo fu il distacco dalla tradizione. D'altronde la situazione di partenza, nell'epoca rinascimentale, era piuttosto deprimente: sostanzialmente il sapere biologico era fermo alla zoologia di Aristotele e la botanica di Teofrasto; nel Medio Evo quindi circolavano soprattutto erbari più o meno imprecisamente copiati da Sulla materia medica di Dioscoride e pittoreschi bestiari influenzati dalla Storia della natura di Plinio il Vecchio. Da lì dunque si ripartì, ma con un nuovo fervore e con quello spirito proveniente dalla cultura umanistica che progressivamente andava liberando la natura dalle scolastiche credenze teologiche, dalle trascendenze soprannaturali, per farne il *regnum hominis*, l'ambiente della vita umana, perciò oggetto di studio libero e realisticamente consistente. Cosicché quei bestiari ed erbari medievali tanto vaghi ed irrealistici divennero via via più precisi, mentre la rappresentazione pittorica ricercava sempre più i suoi modelli dal vivo, nelle piante e negli animali, studiandoli e disegnandoli.

La formazione del naturalismo rinascimentale fu

minili (la tessitura, ad esempio), coi sortilegi di Proteo e le magie di Ephaistos; la varietà dei riferimenti è comprensibile, poiché nella Grecia arcaica *démiourgoi* non sono soltanto gli artigiani bensì tutti coloro che operano all'esterno dell'*oikos* per il *demios*, quindi anche gli araldi, gli

aedi, gli indovini, ecc., perciò anche la magia è una *téchne*, così come tutte le manifestazioni derivate dal fenomeno dello sciamanesimo (l'unica discriminante opportuna è forse quella di escludere dallo spettro delle *téchnai* la guerra e l'agricoltura, perché connesse ad un

insieme filosofica, ad esempio con l'affermazione del determinismo di Pomponazzi, ed artistica, ad esempio con il realismo delle pitture di Masaccio; da questa coincidenza, conseguentemente, ne sortiranno una scienza artistica e un'arte scientifica e, ovviamente, una straordinaria sinergia tra gli artisti e gli scienziati. Talvolta - esemplare è il caso di Leonardo da Vinci - persino un concentrarsi dell'uno e dell'altro nella stessa persona.

L'evento storicamente più evidente è che l'arte si rivelò essere un eccellente strumento divulgativo, tant'è che il suo incontro con la scienza fece nascere il nuovo genere dell'illustrazione scientifica; tuttavia, nonostante la minore evidenza, è epistemologicamente più interessante che oltre il suo ruolo divulgativo, l'arte fu stimolante sollecitazione per l'indagine scientifica: non è esagerato affermare che gli studi anatomici dei pittori contribuirono a far nascere l'anatomia moderna. Basti menzionare il *De humani Corporis Fabrica* di Andrea Vesalio, del 1543<sup>4</sup>, con



Frontespizio del *De humani Corporis Fabrica* di Andrea Vesalio

sistema di rituali e rappresentazioni che è loro estraneo).

4. Fu un caso che la *Fabbrica* sia stata pubblicata nello stesso anno del *De revolutionibus Orbium caelestium*, ma per la storia della scienza assume una valenza simbolica questa

pubblicazione contemporanea di due testi che furono determinanti per lo sviluppo della fisica e della biologia.

le sue circa 300 illustrazioni opera del pittore e incisore Stephan Van Calcar, allievo di Tiziano, dove la bellezza e la precisione si incontrano e il sodalizio tra il bisturi e il pennello segna una evoluzione nei procedimenti di osservazione e descrizione del corpo umano. Ma l'elenco delle opere a cui collaborarono gli artisti sarebbe lungo: Dell'*anatomia et dell'infirmità del cavallo*, del 1598, di Carlo Ruini; l'*Historia animalium*, del 1558, di Conrad Gesner; il *De historia stirpium del botanico Fuchs*, del 1542; ecc. Ma l'ausilio che l'arte fornì alla scienza non si limitò soltanto all'osservazione e alla raffigurazione naturalistica, fu invece ben più ampio ed incisivo. Leonardo disegnò i solidi regolari del trattato *De divina proporzione* di Luca Pacioli, Dürer incise le tavole della *Geographia* di Pirkheimer, Rubens corredò di raffinate illustrazioni gli *Opticorum libri sex* di Aguilanius; inoltre lo studio e la codificazione rinascimentale della prospettiva fu la premessa dei metodi proiettivi e della rappresentazione cartografica moderna nonché stimolo per i matematici che ne trassero l'ispirazione per studiare determinati problemi di geometria piana e solida. E fu un pittore, il Cigoli, a supervisionare le tavole che illustrarono *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari* di Galileo Galilei.

La stima, l'amicizia e la collaborazione tra il pittore e lo scienziato è l'espressione esemplare della cooperazione che nacque e si sviluppò tra '500 e '600 tra arte e scienza<sup>5</sup> Frequentando gli stessi ambienti intellettuali fiorentini e romani (ad esempio a Firenze ambedue furono allievi di Ostilio Ricci, che insegnò loro matematica e prospettiva) si conobbero e si scambiarono

esperienze e conoscenze: Galileo si diletta nel disegno, Cigoli svolgeva osservazioni astronomiche, discussero nella loro corrispondenza delle macchie solari da ambedue osservate col cannocchiale ma anche di questioni di estetica, l'opera incompiuta di Cigoli *Trattato di prospettiva* accoglie consigli di Galileo, che nel 1611 misurò la cupola di S. Maria Maggiore a Roma, al cui interno l'amico doveva dipingere *L'Assunta*. Cigoli dipinse *L'Assunta* tra il 1610 e il 1612, raffigurando ai piedi della Madonna la Luna esattamente come l'aveva raffigurata Galileo nel *Sidereus Nuncius*, così donando all'amico un riconoscimento per le sue eccezionali scoperte astronomiche ma contemporaneamente contribuendo alla peculiare tendenza artistica che si andava diffondendo in pittura, che potremmo definire naturalismo astronomico<sup>6</sup>. D'altronde proprio il *Sidereus Nuncius* ci mostra accanto al Galileo scienziato il Galileo pittore, perché suoi sono gli straordinari acquerelli magistralmente dipinti che corredano il testo.

L'incontro romano tra Galileo e Cigoli avviene ovviamente nel momento del trionfo di Galileo dopo la pubblicazione del *Sidereus Nuncius*<sup>7</sup>, che appunto a Roma si reca e in quell'occasione diviene membro, come Cigoli, dell'Accademia dei Lincei. Fondata da Federico Cesi nel 1603 col proposito di promuovere l'indagine naturalistica, liberandola dall'aristotelismo ancora dominante nelle università e dalla pedante erudizione antiquaria allora di moda, fu un sodalizio proficuo<sup>8</sup> e soprattutto un luogo propizio all'incontro tra l'arte e le scienze. Poiché l'attività accademica era rivolta soprattutto alla botanica, la zoologia, la paleontologia e la medicina, i

5. Ludovico Cardi, detto il Cigoli (dal nome della località in cui nacque nel 1559) visse e si formò a Firenze come pittore e intellettuale; fu infatti membro di varie accademie, tra cui quella della Crusca, e si dedicò alla musica e alla poesia. Trasferitosi a Roma, vi si distinse per l'apprezzata opera pittorica ma anche per la sua difesa

dell'amico Galileo, che aiutò osservando anch'egli col telescopio le macchie solari. Morì nel 1613.

6. Nei notturni di Rubens come *Paesaggio al chiaro di Luna* e in *La fuga in Egitto* di Elsheimer (1609), la luna viene raffigurata in un modo che sembra tratto dal *Sidereus Nuncius*.

7. Divenne tanto famoso che Giambattista Marino nel X canto, quello della Maraviglia, di quell'opera barocca e moderna che è l'*Adone*, del 1623, celebra Galileo come "novello Endimion" (nel mito greco Endimione è il bellissimo giovane di cui si innamora Selene).

8. Basti ricordare che fu l'Accademia a pubblicare *Il Saggiatore*, nel 1623. Tuttavia l'Accademia ebbe vita breve: la morte di Cesi nel 1630 e il clima controriformistico portarono alla sua estinzione nel 1650. Dopo la morte del suo fondatore disegni, libri e manoscritti dell'Accademia furono custoditi da Cassiano

Lincei si avvalevano di disegni e stampe per la divulgazione delle loro ricerche, per cui stimolarono la nascita di una *pittura filosofica*, un'arte colta e didattica, espressione dell'indagine naturalistica, cui dettero il loro contributo pittori giovani nordeuropei come Rubens ed Elsheimer, pubblicando opere come per esempio la *Melissographia* di Greuter. L'intento era di illustrare il *Theatrum totius naturae*, concepito dal Cesi come una classificazione enciclopedica del mondo illustrata da disegni di accademici come

Cesi e Stelluti, oppure commissionati a professionisti. L'apporto di Galileo all'Accademia sul piano metodologico e concettuale fu ancora una volta rilevante, non solo perché a questi libri dipinti Galileo contribuì (ad esempio all'edizione del *Tesoro messicano*), ma anche perché a Roma – ma non solo a Roma – il metodo d'indagine e gli strumenti da lui perfezionati per favorire l'osservazione, il telescopio e il microscopio, mutarono radicalmente gli assunti della pittura e della ricerca scientifica<sup>9</sup>. ●



**La fuga in Egitto di Elsheimer (1609).**

del Pozzo e furono studiati dal fiorentino Carlo Roberto Dati, promotore dell'Accademia del Cimento nonché della prima edizione degli scritti galileiani Lincei furono accessibili ai pittori (Pietro da Cortona, Nicolas Poussin) e furono ispirazione ad opere quale *L'impero di Flora* di Poussin.

<sup>9</sup>. Sul rapporto tra Galilei e l'arte si veda F. Camerata, *Arte e scienza. Da Leonardo a Galileo*, ArtDossier, Giunti; Panofsky, *Galileo come critico d'arte*, 1954; *Il cannocchiale e il pennello. Nuova scienza e nuova arte nell'età di Galileo*, Giunti, 2009

---

# Salvare Capo Feto è diventato urgente

Mathia Coco,  
Bruno Massa

---

Capo Feto, la punta sud occidentale della Sicilia, presso Mazara del Vallo, è un'area naturalisticamente molto interessante, in quanto presenta due importanti habitat: dune litoranee e ambienti umidi, nei quali si trovano molte specie animali poco comuni o endemiche. In queste righe si presentano le peculiarità più significative.

---

## L'area di Capo Feto

Nel 1977 l'Assessorato Agricoltura e Foreste della Regione Siciliana, con decreto n. 4 dell'8 marzo 1977, ha dichiarato l'area di capo Feto "Oasi di protezione e rifugio della fauna". È compresa tra le Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e le Zone di Protezione Speciale (ZPS) della Regione Siciliana ITA010006. Inoltre, nel 2011 è stata riconosciuta come "zona umida di importanza internazionale" ai sensi della Convenzione di Ramsar<sup>1</sup>, insieme con la Riserva Naturale Lago di Preola e Gorgi tondi (Comune di Mazara del Vallo, Trapani) e le paludi Margi Spanò (Comune di Petrosino, Trapani). L'area deve il suo nome molto probabilmente alle emissioni gassose delle paludi che si estendono sulla piana o, semplicemente, a quelle generate dalla putrefazione degli enormi ammassi di posidonia presenti lungo la spiaggia. La spiaggia infatti è caratterizzata da grandi quantità di *Posidonia oceanica* spiaggiata, segno della presenza in mare di ampie praterie di questa fanerogama, protetta dalla legislazione Europea (Direttiva Habitat). In alcuni tratti la sabbia si solleva in piccole dune, ricoperte di vegetazione psammofila, ove cresce l'associazione vegetale *Ammophiletum* e *Pancre-*



La spiaggia di Capo Feto si trova di fronte ad un banco molto fitto di *Posidonia oceanica*, che con le mareggiate viene spesso spiaggiata e forma le caratteristiche egagropile (foto: Mathia Coco).

1. G.U. n 169 del 22.07.11



**In anni recenti si è scoperto che la Testuggine palustre siciliana, *Emys trinacris*, è endemica dell'isola; a Capo Feto c'è ancora una piccola popolazione (foto: Mathia Coco).**

*tium maritimum*. L'area umida di Capo Feto è una vasta depressione litoranea, separata dal mare da uno stretto e basso cordone sabbioso, localizzata sulle coste della Sicilia sud occidentale. Durante le stagioni più piovose, l'area appare ricca di acqua, mentre nel periodo estivo si presenta quasi del tutto disseccata, tranne i canali e alcune delle pozze d'acqua più profonde. La vegetazione è coperta a tratti da salicornieti, giuncheti e piccoli canneti. Originariamente era inclusa in una molto più vasta area salmastra estesa circa 1200 ettari, ma oggi è ridotta a soli 453 ettari, a causa delle acquisizioni di suolo da parte di coltivatori (vigneti), pastori (pascolo abusivo di ovini) o costruzioni abusive. Nonostante sia stata interessata da un intervento di riqualificazione costoso (778.301 € a carico dell'Unione Europea) tra il 1999 e il 2002<sup>2</sup>, attualmente tutta l'area, seppure considerata a vari livelli una zona protetta, si trova nel completo abbandono e degrado, in quanto inspiegabilmente non vi è stata mai istituita una Riserva Naturale. Diciamo inspiegabilmente in quanto l'area è nota per la ricchezza di specie animali e vegetali di un certo interesse, ma la sua tutela è stata sempre trascurata dall'uomo.

L'area di Capo Feto è stata utilizzata fin dalla fine degli anni '60, ma soprattutto negli anni '70-80, come luogo di discarica abusiva, probabilmente con il tacito consenso delle autorità locali e con il fine di bonificarla del tutto e trasformarla in zona residenziale. L'abusivismo edilizio (costituito da seconde case) ha interessato un po' tutte le zone marginali all'area, al punto da ridurre notevolmente la sua superficie ed il suo interesse ecologico. Il 27.5.1973, Bruno Massa, Silvio Manzo e Giancarlo Russo hanno pubblicato un breve intervento sul periodico *Epoca*, dal titolo "Arrivano i camion carichi di terra"<sup>3</sup>, in cui descrivevano brevemente la distruzione del biotopo ed il disinteresse generale delle autorità. Vano fu quell'intervento, come pure denunce ed esposti che seguirono a firma del WWF Sicilia.

Gli uccelli migratori hanno la necessità di incontrare lungo il loro lungo viaggio di andata e quello di ritorno habitat idonei per sostare e recuperare risorse energetiche attraverso l'alimentazione. Molte di queste specie, essendo a limitata valenza ecologica, hanno la necessità di habitat peculiari in cui realizzare la loro nicchia trofica. Tra esse sono senz'altro da includere gli uccelli limi-



**Fiorellini di *Eudianthe coeli-rosa*, la cariofillacea diffusa nella fascia retrodunale di Capo Feto, dove spesso nelle ore calde di maggio-giugno si ferma *Hoplia attilioi* (foto: Mathia Coco).**

2. Progetto LIFE 99 NAT/IT/6270, Ripristino e riqualificazione ambientale del biotopo Capo Feto.

3. Massa B, Manzo S, Russo G, *Arrivano i camion carichi di terra*, *Epoca*, 25 maggio 1973.

coli, la cui conservazione dipende essenzialmente dalla conservazione di un sistema di ambienti umidi lungo le loro rotte migratorie. La Direttiva 79/409/CEE del 2 aprile 1979, nota come Direttiva Uccelli e concernente la protezione degli uccelli selvatici, mira ad adottare le misure necessarie per preservare, mantenere o ristabilire una varietà e una superficie sufficienti di habitat per tutte le specie viventi allo stato selvatico nel territorio europeo. Essa elenca (allegato I) le specie di uccelli per le quali sono previste misure speciali di conservazione per quanto riguarda l'habitat, per garantirne la sopravvivenza e la riproduzione nella loro area di distribuzione. L'allegato V indica le ricerche e i lavori che gli Stati membri incoraggiano per la protezione, la gestione e l'utilizzazione di tutte le specie di uccelli di cui all'allegato I. Impone che gli Stati membri applichino speciali misure di conservazione per le specie dell'Appendice I della stessa direttiva, in modo che le loro popolazioni si mantengano ai livelli corrispondenti alle esigenze ecologiche, sia preservata una sufficiente diversità e superficie degli habitat idonei per la loro conservazione, sia limitata la caccia; tali misure includono la protezione degli habitat di riproduzione che, attraverso l'art. 4 della Direttiva stessa, possono essere designati come Zone di Protezione Speciale (ZPS). Come s'è detto, Capo Feto è stata designata tra le ZPS italiane.

La Direttiva relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche<sup>4</sup>, nota come Direttiva Habitat, si affianca alla 79/409, in modo da tutelare tutte le specie animali e vegetali e i loro habitat. Comprende una serie di allegati che ne indicano gli obiettivi; essi sono: l'allegato I che elenca i tipi di habitat naturali di interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di aree speciali di conservazione; tra questi habitat sono inclusi i Salicornieti e le acque stagnanti. L'allegato II comprende le specie animali e ve-

getali d'interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione; tra esse sono incluse *Caretta caretta*, *Emys trinacris* (la prima ha deposto e probabilmente depone regolarmente nella spiaggia di Capo Feto, la seconda è presente nelle acque stagnanti di Capo Feto), per cui è richiesta una protezione rigorosa (allegato IV).

### Una specie-simbolo endemica di Capo Feto: *Hoplia attilioi*

Il 28 maggio 1978, uno degli autori (BM) e Attilio Carapezza stavano cercando insetti nel retroduna di Capo Feto. Attilio, specialista di emitteri, usava il retino per falciare (un sacco di tela che viene battuto sulla vegetazione per catturare gli insetti che vi vivono) ed ebbe la ventura di catturare il primo esemplare di una specie del genere *Hoplia*, con caratteri che a prima vista non corrispondevano con quelli di nessuna specie conosciuta in Sicilia. Più attente ricerche permisero la cattura di una lunga serie di esemplari; tornati in sede, a Palermo, questi furono confrontati con le specie di *Hoplia* allora note per l'area mediterranea e risultarono appartenere ad una specie ancora sconosciuta, che fu denominata *Hoplia attilioi* Massa, 1979<sup>5</sup>. La singolarità del genere



***Hoplia attilioi* sul fiore di *Eudianthe coeli-rosa*. Si noti come il corpo è completamente ricoperto di piccole squame sovrapposte (foto: Mathia Coco).**

4. 92/43/CEE del 21 maggio 1992.

5. Massa B, *Nuova specie del genere Hoplia Illig. in Sicilia (Coleoptera Melolonthidae)*,

Boll. Ass. Romana entomol., 34: 42-49, 1979.



Nonostante la maggioranza degli individui di *Hoplia attilioi* si rinvenga sui fiori di *Eudianthe coeli-rosa*, sono stati trovati anche su quelli di *Allium ampeloprasum*, su infiorescenze di ombrellifere e su altri fiori (foto: Mathia Coco).



Individuo di *Hoplia attilioi* che sta per prendere il volo (foto: Mathia Coco).



Spesso sulla stessa pianta si possono incontrare più individui di *Hoplia attilioi*, che perlustrano il fusticino (foto: Mathia Coco).



Due *Hoplia attilioi* su un fusticino, quella di sotto è stata appena scacciata dall'altra. Questi scontri si osservano spesso durante le giornate di massima densità della specie (foto: Mathia Coco).

*Hoplia* sta soprattutto nella presenza di squame che coprono tutto il corpo, dando una consistenza farinosa all'animale; le peculiarità morfologiche di *Hoplia attilioi* riguardano soprattutto le tibie anteriori con due soli denti, la tibia posteriore a livello dell'inserzione del tarso in visione interna e i genitali maschili. È un coleottero di appena un centimetro di lunghezza e le specie più affini, con cui è stato confrontato, vivono in nord Africa (*Hoplia aulica*, *H. peroni*, *H. africana*, *H. bilineata*) e in Sardegna (*H. pubicollis*). *Hoplia attilioi*, come le altre specie del genere *Hoplia*, ha i tarsi piuttosto allungati e terminanti con un'unghia pure molto lunga, che l'insetto utilizza spesso per appendersi sulla vegetazione, in particolare sui fiori, talvolta a testa in giù. È in grado di volare, ma per quanto si è potuto osservare, non fa mai lunghi voli. Della sua biologia non si sa quasi nulla.

Sin dall'inizio, pur avendo a disposizione per la descrizione della specie una serie di oltre 40 maschi, mancava all'appello la femmina, che infatti non fu descritta. Si dovettero attendere 23 anni perché fosse rinvenuto un individuo di sesso femminile, descritto dal giovane mazarese Vincenzo Pernice<sup>6</sup>. Sembra incredibile, ma tuttora sono noti solo cinque individui di sesso femminile, perlopiù caratterizzati da una minore copertura di squame sul corpo. Questo indica quanto poco sappiamo su questa specie.

Un aspetto molto singolare di questo coleottero melolontide è il fatto che in 45 anni dalla sua scoperta non è finora emersa la sua esistenza in altre località della Sicilia e che le diverse generazioni che si sono susseguite hanno continuato a vivere in uno spazio di poche centinaia di metri quadrati del retroduna di Capo Feto. Va sottolineato che la Sicilia in primavera è meta di numerosi entomologi alla ricerca di specie endemiche o siculo-maghebine<sup>7</sup>.

Quando fu scoperta, *Hoplia attilioi* si trovava tra le 9 del mattino e le 13 sui fiori della cariofila-

cea *Eudianthe coeli-rosa*, che cresce nei prati tra il retroduna e l'ambiente umido della palude di Capo Feto. L'insetto si trova frequentemente anche su fiori di *Allium ampeloprasum*, sulle infiorescenze di ombrellifere e su foglie di cannuccia *Phragmites*, fino a circa la metà di giugno.

### Conclusioni

Durante i lavori del 6<sup>th</sup> *International Congress on Biodiversity* "Biodiversity and the new scenarios on alien species, climate, environment and energy", organizzato a Trapani il 2-3 settembre 2022 da *Biodiversity Journal*, Ente Fauna Siciliana, Università di Catania e Associazione Chloe, è stata approvata all'unanimità la mozione in cui si proponeva di trasmettere all'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente un'istanza per riavviare l'iter per la istituzione di una Riserva Naturale nell'area di Capo Feto. La lettera è stata inviata, ma ancora si attende un cenno di risposta. Il problema è che, nonostante siano trascorsi 50 anni da quando sono state intraprese le prime proteste per attivare la protezione dell'area, tutto sommato ben poco è stato fatto: Capo Feto rimane un'area naturale di eccezionale interesse del tutto abbandonata dagli amministratori e ancora usata come discarica a cielo aperto. Ribadiamo anche da queste pagine l'urgenza di fermare la distruzione di questo lembo di natura. ●



Tipica posizione di *Hoplia attilioi* su una graminacea (foto: Mathia Coco).

6. Pernice V, *Descrizione della femmina di Hoplia attilioi Masasa, 1979 (Coleoptera Melolonthidae)*, Il Naturalista siciliano, 26 (3-4): 213-216, 2002.

7. Cioè che vivono in Sicilia e nel Nord Africa occidentale (Maghreb).

---

## Il cervello che legge e la letteratura

Marirosa Di Stefano

---

Leggere ha un importante effetto sulla capacità a “mentalizzare”, cioè ad attribuire agli altri conoscenze, emozioni, stati mentali e convinzioni diverse dalle nostre. La lettura esercita effetti profondi sulle funzioni cognitive e sulla socializzazione. In questo senso risultano preoccupanti i dati relativi alla diffusione della lettura in Italia che presenta oggi un 30% di analfabeti funzionali.

Nell’ultimo anno sui blog letterari e su alcune riviste di settore si sono moltiplicati accenni e commenti circa gli effetti – altamente positivi – della buona letteratura sulle funzioni cognitive di livello superiore, quelle alla base della “mentalizzazione” altrimenti detta “teoria della mente”. Con queste espressioni si intende la capacità (che in forma più elementare posseggono anche i primati non-umani) di attribuire agli altri conoscenze ed emozioni, stati mentali e convinzioni diverse dalle nostre. La mentalizzazione permette di comprendere, predire, modellare e manipolare il comportamento proprio e altrui ed è perciò alla base delle interazioni sociali tra gli individui, oltre che della consapevolezza di sé. In questa luce l’idea che la lettura possa influenzare, potenziandola, la nostra capacità a mentalizzare appare particolarmente suggestiva.

Sulla scala dei tempi dell’evoluzione umana, la lettura è un’abilità straordinariamente recente.

Leggere significa interpretare segni scritti e le prime evidenze di scrittura risalgono a 5000 anni fa. I reperti archeologici indicano come regione d’origine la Mesopotamia dove è avvenuto il passaggio dalla scrittura pittografica (con cui si rappresentava la forma di oggetti e azioni) al sistema cuneiforme, simbolico, da cui è derivato l’alfabeto greco.

La lettura è stata per millenni appannaggio di pochi: scriba e alti sacerdoti, individui della classe dominante e delle istituzioni. La sua diffusione è iniziata alla metà del 1400 con l’avvento della stampa a caratteri mobili ad opera di Gutenberg e, probabilmente, un grande incentivo gli è stato dato dalla riforma protestante. I luterani erano incoraggiati a leggere e interpre-



tare personalmente la Bibbia, senza la mediazione dei ministri del culto, e in molte occasioni i capofamiglia erano tenuti a leggere a voce alta passi scelti del testo sacro per l'edificazione di mogli e figli. I sociologi contemporanei ipotizzano che l'abitudine alla lettura, molto più diffusa nei paesi anglosassoni rispetto a quelli latini, possa avere le sue radici in queste pratiche.

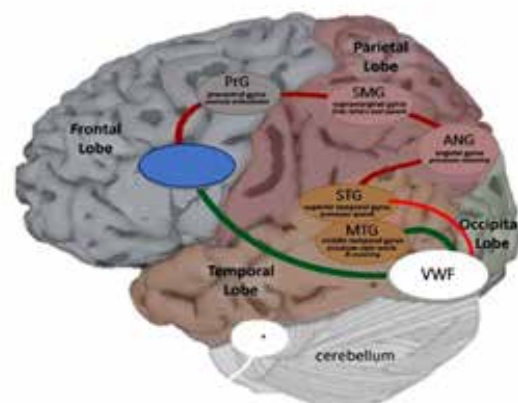
Leggere è una competenza che, a differenza del linguaggio, richiede un metodo, una strategia d'insegnamento per essere appresa. Perché i bambini imparino a parlare basta che siano esposti a un ambiente di comuni parlanti mentre possono imparare a leggere solo se qualcuno lo insegna loro. E le tecniche di insegnamento possono essere diverse per le diverse lingue. Il cervello umano possiede strutture specifiche per la produzione e la comprensione del linguaggio ma per la lettura utilizza invece una rete di aree, ciascuna deputata ai diversi processi percettivi e cognitivi necessari per l'interpretazione della scrittura.

Leggere richiede:

- una *decodifica ortografica*, ovvero il riconoscimento delle lettere e della parola, un compito appannaggio delle aree visive;
- una *decodifica fonologica*, cioè la trasformazione di una forma in suono e viceversa, processo dipendente da aree temporo-parietali che permette, tra l'altro, di scrivere sotto dettatura;
- una *identificazione semantica*, con cui viene compreso il significato della parola attraverso l'accesso ai magazzini di memoria localizzati nel lobo temporale;
- una *attivazione di un programma motorio* indispensabile per verbalizzare quello che si legge ed eventualmente riportarlo in forma scritta, che chiama in causa le aree frontali del movimento.

La lettura implica dunque l'attivazione in sequenza di regioni diverse del cervello, la prima delle quali è quella deputata all'identificazione ortografica della parola. L'area in questione si trova nel giro del cingolo dell'emisfero sinistro ed è chiamata area visiva della forma delle parole, indicata con l'acronimo VWF (*visual word form*). Questa regione è un esempio clamoroso delle capacità plastiche del cervello che ha mo-

dificato la funzione di una struttura per adeguarla a una nuova necessità. Nell'emisfero di destra, infatti, l'area corrispondente alla VWF ha la funzione di riconoscere le forme degli oggetti ma nell'emisfero di sinistra si è specializzata nel riconoscimento della forma delle parole; e questa trasformazione è avvenuta nel corso dell'evoluzione culturale dell'umanità, da quando l'uomo ha cominciato a comunicare attraverso segni scritti. Quel che è più interessante è che le due aree presentano la stessa peculiare capacità di riconoscere le forme indipendentemente da come queste appaiono nello spazio. L'area di destra identifica gli oggetti sia che siano dritti sia che vengano ruotati intorno ai loro assi, assumendo dunque una diversa relazione con lo spazio circostante; l'area sinistra VWF riconosce le parole sia che vengano scritte in stampatello che in corsivo. L'affinamento delle tecniche elettrofisiologiche con cui è possibile stabilire l'andamento temporale dell'attivazione delle diverse regioni del cervello, ha permesso di identificare due vie della lettura.



La via in rosso è detta fonologica perché il processo di identificazione delle parole richiede la loro trasformazione in suoni. È una via lenta che utilizzano i lettori poco esperti e i bambini quando stanno imparando a leggere. Tipicamente i bambini piccoli leggono compitando: pronunciano le singole sillabe in successione prima di dire la parola per intero e per lungo tempo leggono solo a voce alta perché la comprensione delle parole avviene principalmente per il tramite del loro suono.

La via in verde è invece quella usata da chi legge senza difficoltà. È una via rapida perché l'area VWF stabilisce una connessione diretta con le regioni da cui dipende la comprensione delle parole e la loro emissione verbale. È detta "automatica" dal momento che si attiva anche se non stiamo volontariamente leggendo, come quando in macchina identifichiamo senza esserne consapevoli le scritte dei cartelli pubblicitari lungo la strada.

La lettura, oltre ad aver rimodellato nel giro di pochi millenni la connettività cerebrale, esercita degli effetti più sottili ma altrettanto profondi sulle funzioni cognitive degli individui del genere *homo*.

È indubbio che i cosiddetti lettori forti manifestano una migliore articolazione del pensiero e un lessico più ricco rispetto a chi legge poco o niente, ma al di là degli aspetti linguistici la lettura influenza in maniera sensibile gli aspetti mentali della cognizione.

La capacità a mentalizzare può essere valutata in adulti e bambini attraverso una vasta famiglia di test che nel loro insieme vengono detti "di attribuzione di falsa credenza". I test verificano la consapevolezza che in persone diverse da noi si siano formate false convinzioni basate su un dato di realtà che gli è ignoto perché si è modificato a loro insaputa ma che noi conosciamo. La versione più semplice dei test somministrati ai bambini segue uno schema del tipo:

- *Anna ha una merenda; la ripone nel cassetto del suo banco pensando di mangiarla più tardi ed esce dall'aula;*
- *durante la sua assenza Giovanna entra nell'aula e sposta la merenda nascondendola tra i libri di uno scaffale;*
- *Anna rientra. Dove pensa di trovare la sua merenda?*

Ovviamente la risposta corretta è che Anna pensa di trovare la merenda nel cassetto, e chi risponde così rivela di saper distinguere tra la propria convinzione e quella dell'altro che è falsa, non conforme alla realtà.

I test sono organizzati in serie di crescente complessità con l'inserimento di situazioni, anche di natura sociale, che aumentano la difficoltà di attribuire false credenze ai personaggi delle storie

(raccontate a parole o per immagini). La maggioranza dei bambini in età scolare supera tutti e tre i livelli dei test, a dimostrazione che a quell'età si è in grado di mentalizzare, di riconoscere cioè che le convinzioni altrui sono diverse dalle proprie e che lo stato mentale degli altri è in relazione con la loro conoscenza della realtà e del contesto sociale.

La mentalizzazione è un'abilità che si sviluppa durante l'infanzia per trasmissione culturale. Gli etnologi hanno scoperto che nelle isole Samoa, dove è considerato improprio commentare gli stati mentali altrui e riferirsi alle loro emozioni, i bambini mentalizzano 4 o 5 anni più tardi rispetto ai bambini occidentali. Comprendere la mente propria e altrui è, dunque, il prodotto di un processo di apprendimento che non è uguale in tutte le culture e che dalla cultura può essere influenzato.

Le osservazioni e le speculazioni fatte in proposito suggeriscono che la lettura sia (o sia stata) il principale facilitatore dello sviluppo della mentalizzazione e studi recenti si sono interrogati sulla possibilità che anche negli adulti la lettura abbia un effetto diretto e misurabile sul livello di mentalizzazione. I risultati hanno confermato l'ipotesi rivelando un potenziamento di questa capacità. Le stime sono state fatte in una larga popolazione di giovani adulti sulla base dei punteggi ottenuti a test specifici che, oltre a essere versioni molto sofisticate dei test di falsa credenza, richiedono di interpretare la natura di sentimenti ed emozioni (rabbia, paura, cordialità, stupore, ecc.) a partire dalle espressioni del viso o dei soli occhi di soggetti di entrambi i sessi e di diverse età.

Non tutti i generi letterari però hanno l'effetto di aumentare la capacità degli individui a mentalizzare. Se si divide grossolanamente la letteratura in categorie: saggistica, di genere (fantascienza, thriller, fantasy) e buona narrativa si scopre che solo quest'ultima influenza significativamente il grado di mentalizzazione. Non è sorprendente. Basta considerare che la saggistica è rivolta all'analisi di concetti astratti o di situazioni storico-sociali che riguardano larghe popolazioni e non singoli individui e la letteratura di genere de-

dica scarsa attenzione alla caratterizzazione psicologica dei personaggi perché è incentrata sulla descrizione di ambienti più o meno immaginifici e sullo sviluppo di una storia avvincente. Al contrario, la buona narrativa descrive la realtà attraverso il filtro di coscienza dei protagonisti della storia e perciò richiede al lettore di utilizzare le sue risorse interpretative per inferire pensieri e sentimenti altrui; così facendo lo obbliga altresì a vedere la realtà da prospettive diverse dalla propria. Tutte condizioni che richiedono l'attivazione di quelle funzioni cognitive genericamente definite mentalizzazione.

Con una certa crudezza Roland Barthes definisce "lettori passivi" quelli che si dedicano esclusivamente alla letteratura di genere e "creativi" quelli che leggono la buona letteratura; in costoro infatti sarebbe presente l'attitudine a calarsi nelle vite degli altri e a interpretarne la psicologia tanto da rendere l'atto del leggere paragonabile all'attività dello scrittore che ha creato la storia. Roland Barthes non si esprime su quelli che leggono solo saggi. I dati sulla diffusione della lettura in Italia non sono confortanti soprattutto se si considera che la disabitudine a leggere genera il cosiddetto analfabetismo *funzionale*. Si stima che oggi gli analfabeti funzionali rappresentino il 30% circa della popolazione italiana ma la situazione non è molto diversa negli USA, in Sud Africa e in diversi stati d'Europa. Gli illetterati di questo tipo non sono in grado di sintetizzare il contenuto di un lungo testo scritto, non capiscono tutti i termini di un contratto di lavoro ed elaborano una notizia solo sulla base della loro esperienza diretta.

La causa principale dell'analfabetismo funzionale risiede nell'ambiente socio-economico in cui si cresce e si diventa adulti: quanto più il contesto è povero, carente nell'educazione scolastica e socialmente discriminato, tanto più alto è il rischio (e la probabilità) che le persone diventino incapaci di comprendere appieno quello che gli capita di leggere e, più in generale, di elaborare criticamente le informazioni che ricevono attraverso i media. Si tratta di uno svantaggio che, per una sorta di effetto domino, ne produce molti altri, non solo per l'individuo ma per la società intera.

Gli analfabeti funzionali hanno difficoltà ad accedere e a utilizzare i servizi che, seppure pochi, la società gli può ancora garantire in termini di diritti e di opportunità di miglioramento della loro condizione lavorativa, quasi sempre estremamente precaria e sfruttata. Ne consegue che frequentemente in queste persone si radichi la convinzione di essere marginalizzati da una società ostile, il che può favorire la loro collusione con l'ambiente criminale che gli promette un rapido cambiamento di status economico. Ma anche quando questo non avviene i nuovi illetterati influenzano comunque la vita civile votando, diffondendo le opinioni personali attraverso i social media, trasmettendo ai figli la propria limitata e schematica visione del mondo. È sulla base di queste considerazioni che in molti, in Italia e all'estero, esprimono il fondato timore che l'analfabetismo funzionale, se non viene combattuto con adeguate misure sociali, finisca per rappresentare una reale minaccia per la democrazia. ●

#### Bibliografia

Schlaggar BL, McCandliss BD, *Development of neural systems for reading*, Annu Rev Neurosci. 30:475-503, 2007.

Dehaene S, Cohen L, *Cultural recycling of cortical maps*, Neuron 56:384-98, 2007.

Dehaene S, *Inside the letterbox: how literacy transforms the human brain*, Cerebrum 7, 2013.

Comer Kidd D, Castano E, *Reading literary fiction improves Theory of Mind*, Science 342:377-380, 2013.

Pino MC, Mazza M, *The Use of "Literary Fiction" to Promote Mentalizing Ability*, PLoS ONE 11, 2016.

Oatley K, *Fiction: Simulation of Social Worlds*, Trends in cognitive sciences 20:618-628, 2016.

<https://www.corelearn.com/the-biggest-threat-to-our-democracy-illiteracy-and-the-science-deniers-who-contribute-to-it/>

<https://arrear.medium.com/functional-illiteracy-fake-news-and-il-belpaese-668c12f9b956>

## I riscontri attuali del Mito di Skylla e Cariddi

Angelo Vazzana

Il pesce batifilo *Chauliodus sloani* si trova frequentemente sulla Spiaggia degli Abissi di Punta Pezzo - Cannitello in Calabria nell'Area dello Stretto, luoghi inclusi tra quelli indicati per i Miti storici di Skylla e Cariddi, ancora presenti e visibili. Questa specie si presta a rappresentare il Mito così come riedito in lirica nel 290 a.C. da autori che hanno vissuto nell'Area dello Stretto.

### Lo Stretto di Messina, un peculiare settore biogeografico

La Società Italiana di Biologia Marina (SIBM), avendo riconosciute le peculiarità della diversità biologica dell'Area dello Stretto, lo Stretto per antonomasia, l'aveva indicata come uno dei Settori Biogeografici di suddivisione del Mediterraneo (settore 4)<sup>1</sup>. Quest'area è caratterizzata da una conformazione geomorfologica unica, con una distanza di superficie marina tra la Sicilia e la Calabria di 3300 m, in corrispondenza alla quale le profondità si mantengono tra i 140 e i 76 m lungo una cresta di pinnacoli rocciosi denominata Sella dello Stretto. A nord e a sud di questa strettura, le linee di costa si distanziano repentinamente come pure le profondità che raggiungono i 2000 m.

La congiungente lineare minima tra la Sicilia e la Calabria rappresenta il limite geografico tra il Mar Tirreno e il Mar Ionio (Fig. 1).

I diversi livelli di marea tra i due mari, attraverso la sezione di equilibrio



Fig. 1. Area dello Stretto, vista dalla costa calabra (foto ed elaborazione di A. Vazzana).

1. Bianchi CN, *Proposta di suddivisione dei Mari Italiani in Settori Biogeografici*, Notiziario della Società di Biologia Marina, 46:57-59, 2004.



**Fig. 2. Punta Pezzo. risalita delle acque di profondità, correnti, vortici (foto di A. Vazzana).**

quanto la loro massa è notevole come lo sono i rispettivi mari e trasferiscono la temperatura costante di 14 °C – la temperatura propria delle acque profonde mediterranee – in diverse direzioni tra cui l’atmosfera sovrastante, in tutte le stagioni. Nei momenti di massimo flusso è stato valutato uno scorrere di acque di 1.000.000 m<sup>3</sup>/s<sup>2</sup>. Quanto sopra determina diversi fenomeni fisici e biologici di origine marina (Fig. 2).

La ricerca naturalistica e storica ha definito l’*unicità* di questi fenomeni e ha individuato la loro descrizione già nei Miti storici, in particolare nel poema epico dell’Odissea, fino a risalire alle biografie degli Autori antichi e individuare il percorso storico-letterario dalle origini ai nostri giorni che ha avuto il suo scenario nell’Area dello Stretto.

La ricerca subacquea e costiera ha permesso di definire degli eventi biologici marini che si manifestano da millenni sulle coste della Calabria e sono stati codificati scientificamente, quali i Fenomeni di Punta Pezzo-Cannitello in Calabria con il corrispettivo Osservatorio: lo spiaggiamento della fauna abissale lungo la Spiaggia degli Abissi, l’*Abyss Day* e il *Veleva Day* (Fig. 3)<sup>3</sup>.

2. De Domenico E, *Caratteristiche chimiche fisiche delle acque dello Stretto di Messina*, in Di Geronimo I, Barrier P & Mantenat C (a cura di), *Le Detroit di Messine (Italie)*, IGAL, 11:225-235, Paris, 1987.

3. Vazzana A, *Biodiversità marina lungo le coste della provincia di Reggio Calabria*, Reggio Calabria, Ed. Laruffa, 2011; Vazzana A, *Fenomeni Naturali e Miti nell’Area dello Stretto – Skylla e Cariddi ne-*

idrodinamico all’altezza della Sella, si trasformano in uno scorrimento alternato di correnti marine per periodi di 6 ore a fase, quindi 4 periodi nell’arco di una giornata, denominate *corrente montante* o *di flusso* verso nord, e *corrente scendente* verso sud o di *riflusso*. Costantemente e ad intensità graduale armonica, le correnti delle acque profonde raggiungono la superficie superando il limite superiore della Sella e si espandono incessantemente nelle due direzioni. Queste acque di profondità hanno una grande capacità termica in



**Fig. 3. Abyss Day 2023: al centro in basso Chauliodus sloani o Drago di mare (foto di A. Vazzana).**

### Il drago di mare e il Mito

Il simbolo rappresentativo del Mito di Skylla può essere individuato nel pesce degli abissi / drago di mare, *Chauliodus sloani* Bloch & Schneider, 1801 (Teleostei: Stomiidae) (Fig. 4). Questo corrisponde alla descrizione allegorica nell’Odissea ai versi 85 e seguenti del XII libro e rappresenta una precisa immagine, anche se in forma allegorica, del pericolo/mostruosità del Mito della divinità marina minore o nereide Skylla<sup>4</sup>. A tale pericolo,

gli Autori reggini dell’Odissea, Roma, Ed. Gangemi, 2016; Vazzana A, *Odissea dell’ODISSEA*, Roma, Ed. Gangemi, 2018.

4. Secondo Carlino C (*Tra Mito ed Enciclopedia*, in Ber-

dar A e Riccobono F, *Tra Scilla e Cariddi*. Rilettura di un’insuperata raccolta di incisioni del XVIII secolo commentate da Antonio Minasi. Messina, P & M Associati, 1995), “Scilla deriva dal semitico Skoula

si associa in sequenza l'altro pericolo/mostruosità del Mito della nereide Cariddi, che viene descritta nei successivi versi a partire dal v. 105.

Questi erano i pericoli per la navigazione del VI secolo a.C. e successivi che i natanti con vela quadrata, che navigavano lungo la rotta costiera nell'Area dello Stretto, dovevano affrontare o superare per non naufragare. Skylla corrispondeva ai pinnacoli di scogli rocciosi davanti alla Rupe di Scilla, mentre la Cariddi si indentificava con le forti correnti marine che investivano questi alti scogli e in ritorno si trasformavano in vortici impetuosi e, in definitiva, causavano il naufragio (Fig. 5).

La comparazione della morfologia di *Chauliodus sloani* e la descrizione allegorica nei versi dell'Odissea (XII libro v. 85) hanno una corrispondenza di significato univoca, per cui qui si riporta la descrizione morfologica dell'apparato dentale della specie e di seguito i versi citati per confronto. In *Chauliodus sloani*: l'opercolo è piccolo, sul primo arco branchiale vi sono dei minuscoli denti disposti in una o due serie; la bocca è molto ampia e formidabile armata con denti a sciabola che nel premascellare sono 4 su ogni lato, il più lungo è il secondo e il più corto il terzo; il primo sporge inclinato in avanti, il secondo e talvolta anche il terzo e il quarto hanno la punta semilanceolata; la metà posteriore del margine del mascellare porta una serie di una ventina di denti cilindrici, appuntiti, diretti obliquamente indietro che in basso aumentano di lunghezza procedendo verso il termine della mascella; la mandibola ha un numero di denti variabili tra 5 e 9 su ogni lato, il primo è grande a sciabola. Sui palatini vi sono due denti uno dietro l'altro e una serie di 8 più piccoli.

Il nome del genere *Chauliodus* deriva dal greco *chaulios* che significa a bocca aperta e *odous* che significa denti<sup>5</sup>. I versi dell'Odissea che descrivono la mostruosità di Skylla<sup>6</sup>:

= roccia o dal fenicio Skol = pericolo, oppure dal greco Skul = cane o squalo o depredatore"; "Cariddi, invece, che in greco significava vortice, e in semitico voragine, sarebbe

stata una donna che rubò i buoi ad Ercole e per tale crimine fu da Giove trasformata in gorgo".



Fig. 4. Esemplari di *Chauliodus sloani*, *Velevella velevella* e *Janthina pallida* provenienti da spiaggiamento (foto di A. Vazzana).



Fig. 5. Stampa con i Denti di Skylla a fronte della Rupe prima del 1783.

5. Froese R e Pauly D (eds.), *Chauliodus sloani*. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org

6. Traduzione di Privitera GA, *Odissea*, testo greco a fronte. Milano, 2015.

Lì dentro abita Skylla, orridamente latrando.

La sua voce è come di cucciola  
nata da poco, ma essa è un mostro funesto:

*Dodici sono i suoi piedi tutti informi,  
sei lunghissimi colli, con sopra una testa  
orrenda e dentro tre file di denti,  
fitti e numerosissimi, ricolmi di morte nera.*

Per metà immersa nella cava spelonca,  
ma allunga le teste fuori dall'orrido antro...

Segue la descrizione, per lo stesso luogo, della  
mostruosità della Cariddi:

...di sotto la chiara Cariddi risucchia l'acqua nera.  
*Tre volte al giorno la vomita e tre la risucchia  
orridamente: che tu non vi sia quando risucchia.*  
Non potrebbe salvarti neppure lo Scuotiterra...

Dalle ricerche storiche-letterarie è emerso che questi versi sono stati composti dagli Autori della prima scritturazione dei poemi epici (precedentemente l'Iliade e in seguito l'Odissea) e sono attribuiti a Teagene di Reggio (intorno al 527 a.C.), quindi riedizionati in forma lirica intorno al 290 a.C. da Lico di Reggio e Licofrone<sup>7</sup>, di cui oggi abbiamo i testi in greco antico e le traduzioni recenti fra le quali quella già citata del prof. Privitera<sup>8</sup>.

### Skylla e Cariddi oggi

Dove si trovano Skylla e Cariddi e come si presentano oggi dopo un lasso di tempo di circa 25 secoli dalla prima fonte di scritturazione?

Skylla o meglio i Denti di Skylla (Primo, Secondo e Terzo) sono dei pinnacoli rocciosi che sveltano nelle profondità del mare antistante la Rupe di Scilla, a circa 150 m al largo della costa rocciosa ed allineati ad una profondità tra i 40 e i 65 m, con le cime tra i 25 e i 50 m, dislocati su questi fondi degradanti dopo gli *tsunami* (crf. *scuotiterra* nell'Odissea) del 1783 e successivi. Il Primo, il Secondo, il Terzo Dente di Skylla oggi

sono ricoperti da un'alta densità di Antozoi: foreste di Gorgonacei *Paramuricea clavata* nei vari colori, *Savalia savaglia*, *Parazoanthus axinellae*, *Astroides calicularis*. Esiste qui una copertura di poriferi varicolori, alghe calcaree e di altri organismi della diversità biologica del piano circalitorale mediterraneo (Fig. 6)<sup>9</sup>.

Cariddi si vede in superficie non molto distante da Scilla nella località costiera calabra del promontorio di Punta Pezzo, posizionato sulla linea di congiunzione più breve con la costa della Sicilia, in corrispondenza della Sella sommersa e della strettura dello Stretto. La propaggine di una



**Fig. 6. Primo e secondo Dente di Skylla con foreste di gorgonie (foto di A. Vazzana).**

7. Biondi F., *Teagene di Reggio, rapsodo e interprete di omero*, Pisa, Ed. Serra F., 2015; De Sensi Sestito G., *La Calabria nel Mediterraneo, Flussi di persone, idee e risor-*

*se*, in Atti del Convegno di Stugdi (Rende 3-5 giugno 2013): 83-110, Soveria Mannelli, Ed. Rubettino, 2013; Vazzana 2016 *op. cit.*

8. Privitera GA, cit.

9. Vazzana A., *La Malacofauna del Circolitorale di Scilla (Stetto di Messina)*, Bollettino Malacologico 46:65-74, 2010.

banchina con massi artificiali di Punta Pezzo vicino a Villa San Giovanni nell'Area dello Stretto, è oggi l'Osservatorio dei Fenomeni naturali Unici che hanno generato i diversi Miti narrati nell'Odissea: Skylla; Cariddi; la Fata Morgana; la risalita delle acque di profondità (*upwelling*) con i suoi effetti che generano il Vento di Eolo e il Microclima salubre; la risalita della fauna abissale e il suo spiaggiamento; le correnti di profondità che si scontrano incidentalmente con quelle di superficie producendo i vortici turbinosi; sentire il "canto" delle Sirene o il fruscio dello scorrere delle correnti e dei vortici. Il fenomeno dello spiaggiamento contemporaneo (*Veleva Day* nel plenilunio del mese di aprile) delle Barchette di San Pietro, *Veleva veleva*, e del mollusco epipelagico *Janthina pallida*<sup>10</sup>; nonché quello dei ciottoli di pomice delle isole Eolie sulla Spiaggia degli Abissi vengono citati allegoricamente nell'Odissea al v. 45 del XII libro<sup>11</sup>.

### *Chauliodus skyllae*

Tra le numerose osservazioni condotte negli ultimi 30 anni negli ambienti litoranei e sommersi dell'Area dello Stretto, che hanno prodotto diversi lavori scientifici<sup>12</sup>, con una particolare riguardo per i Fenomeni Unici di cui s'è detto sopra, spiccano quelle sullo spiaggiamento della fauna abissale e, in particolare, sul Drago o Vipera di mare, *Chauliodus sloani*, pesce associabile simbolicamente alla descrizione allegorica del Mito-mostuosità marina-pericolo Skylla nei versi della Odissea, come si è detto.

Soprattutto la peculiare dentatura di questo pesce batipelagico trova una certa corrispondenza con l'opera omerica nelle sue varie scritture e revisioni (527 a.C. e 290 a.C.), per opera di Autori che hanno operato nel territorio magno-greco della attuale Area dello Stretto. Questo accostamento è

evidenziato da tante opere o manufatti storici che rappresentano la mostuosità nelle teste dentate di Skylla e/o con la Cariddi, nella statuaria, nei pavimenti mosaicati, nelle monete, e altro. Come esempio, la recente statuaria in bronzo nei pressi della Rupe di Scilla (RC, Calabria, Italia) o i grandi mosaici pavimentali del IV-III secolo a.C. del Parco Archeologico di Monasterace Marina / antica Kaulon (RC, Calabria) (cfr. significato di *chauli-* in *Chauliodous*) (Fig. 7).

Per quanto detto, sarebbe stato adeguato attribuire al Drago di mare che vive nell'Area dello Stretto il nome specifico di *skyllae* a formare il binome *Chauliodus skyllae*, ma le regole dell'*International Code of Zoological Nomenclature*<sup>13</sup> impongono l'uso, per il principio di precedenza, della denominazione *Chauliodus sloani* coniato dagli ittiologi Marcus Elisier Bloch & Johann Gottlob Theaenus Schneider nel lontano 1801 per esemplari dell'Atlantico. ●



**Fig. 7. Mosaico del IV sec. a.C. di Kaulon con simbologia dei Miti di Skylla, Cariddi, Sirene alate, correnti, vortici, tessere dei fotofori (foto di A. Vazzana).**

10. Vazzana A, *Ritratto di famiglia: Porpitidae*. Naturalmente Scienza, 3(2): 19-27, 2022.

11. Vazzana, 2016, 2018, 2020, *opp. citt.*

12. Si vedano in particolare gli studi sulle malacofaune dei diversi ambienti e piani, sulla biologia della fauna batifila-profonda e mesopelagica, e così via, le cui raccolte sono collocate nel Museo di Biolo-

gia Marina e Paleontologia di Reggio Calabria (MBMPRC) – [www.museopaleomarino.org](http://www.museopaleomarino.org).

13. International Commission on Zoological Nomenclature, *International Code of Zoo-*

*logical Nomenclature (fourth edition)*. London, The International Trust for Zoological Nomenclature, 1999.

**Pietro Omodeo**  
**Biologia con rabbia e con amore**  
 (a cura di Emilia Rota), Aracne Editrice, 2020



Si tratta della riedizione di un'antologia pubblicata nel 1989 arricchita di alcuni scritti successivi. L'antologia si apre con un saggio del 1959 sul cosiddetto "processo alla scimmia" che negli anni '20 del secolo scorso vide contrapporsi fondamentalisti cristiani e liberali americani sull'insegnamento della teoria dell'evoluzione nelle scuole. "Rabbia", dunque, per cominciare: contro l'arroganza ignorante. E ancora "rabbia" nei saggi *Etica e biologia* (1975) e *Le pretese delle "razze migliori", dallo schiavismo al genocidio* (2020), contro il riemergere di atteggiamenti razzisti. E ancora contro la guerra, come *La scienza contro l'uomo* (1970): "Le guerre moderne hanno aggiunto l'orrore della tecnologia alla dimensione del terrore primigenio". Ma anche "amore", per il pianeta e tutti i viventi che siamo chiamati a difendere e rispettare. Atteggiamento, questo, che ci è stato insegnato dall'Illuminismo, da autori come Diderot (che Omodeo ha tradotto: Denis Diderot, *Interpretazione della natura*, Editori Riuniti 2020) e Buffon. Come scrive Emilia Rota, curatrice dell'antologia: "Pietro ci insegna che la biologia è l'unica scienza che ha prodotto nella specie umana, così invasiva e distruttiva, la consapevolezza che il pianeta Terra [...] ha risorse limitate ed equilibri facilmente modificabili [...]. Come già fu chiaro ai filosofi dell'Illuminismo,

tra l'ambiente e gli esseri viventi deve realizzarsi una condizione di equilibrio" che, se modificata, va nuovamente cercata e dunque comporta una responsabilità per gli studiosi, per la politica, come per "l'uomo qualunque". In *Il Sistema Uomo* Omodeo scrive: "Lo studioso non deve trascurare di indagare i limiti e le remote conseguenze di un'innovazione, l'uomo politico e il militare non ne devono tacere l'impiego a danno delle popolazioni, ed infine l'uomo qualunque non ne deve sfruttare i vantaggi immediati indiscriminatamente, instaurando un sistema di rapina su un pianeta che ha dimensioni finite e condizioni di equilibrio pericolosamente modificabili". Il tema viene ripreso negli articoli *L'uccello Roc* (1982) ed *Estinzione e sopravvivenza* (1992).

Pietro Omodeo ritiene dunque doveroso richiamare alla responsabilità chi fa ricerca, in particolare in campo biologico. L'idea della neutralità della scienza rispetto ai valori risulta fallace: "È ancora oggi convinzione diffusa in certi ambienti culturali che i problemi dei valori siano estranei alla Scienza, che questa proceda per limpida acquisizione di fatti e serena autonoma elaborazione logica di essi. Non è stato mai vero e non è vero. Ogni volta che le acquisizioni scientifiche interferiscono con la prassi, ogni volta che servono ad operare, il problema dei valori si impone con estrema urgenza. Ma il problema dei valori, i problemi etici diciamo pure, sorgono anche quando si segue il più astratto dei discorsi scientifici, poiché è certo che prima o poi qualcuno ne farà bandiera o bersaglio, ed in qualche modo ne sarà responsabile chi ha generato nuove idee" (*La nozione di "progresso" in biologia*, 1975).

Ancora Emilia Rota, nell'*Introduzione*: "Pietro ha una mente unica, perfettamente organizzata, capace di immaginare, elaborare, integrare e restituire criticamente un sapere enorme nei settori più importanti dell'ambito scientifico e di quello storico-filosofico [...]. La disponibilità e generosità nel trasmettere la propria conoscenza appaiono così naturali che l'interlocutore e il lettore rimangono affascinati e quasi mai intimiditi". Non possiamo che essergli grati.

Maria Turchetto

---

## L'autontrollo presso le popolazioni biologiche

Pietro Omodeo

---

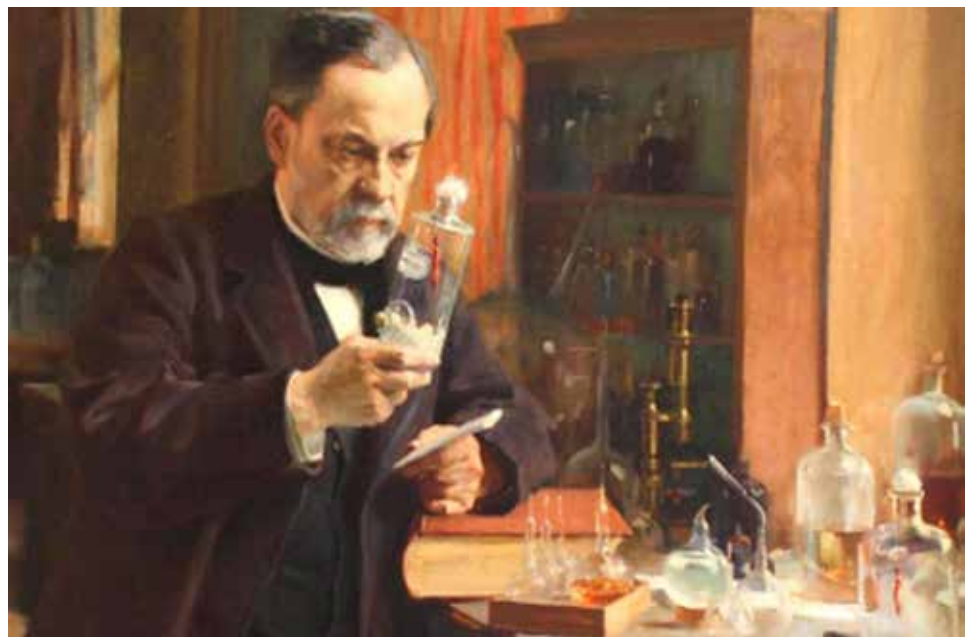
Lo sviluppo della genetica, ritenuta nella seconda metà del secolo scorso la branca più autorevole della biologia, ha oscurato una serie di studi precedenti relativi al controllo delle popolazioni batteriche. Il tema del controllo della crescita torna oggi di grande attualità con riferimento alla popolazione umana.

---

### La scoperta dei batteri

Nella seconda metà dell'Ottocento il chimico francese Louis Pasteur, che aveva esordito con studi sulla fermentazione della birra e sulla trasformazione di composti levogiri e destrogiri, scoprì i batteri, microrganismi viventi (o microbi, come allora si diceva) di dimensioni ai limiti della risoluzione del microscopio. Ben presto se ne tentò l'allevamento in laboratorio con risultati incostanti: in alcuni casi nelle soluzioni nutritive preparate con attenzione la popolazione batterica cresceva con grande rapidità fino ad esaurire il nutrimento, e quei piccolissimi individui morivano – per così dire – di fame. In altre circostanze la popolazione batterica cresceva in modo discontinuo, e in altre circostanze ancora, dopo un inizio piuttosto brusco, la popolazione cresceva lentamente e in modo uniforme.

In quel laboratorio non tardarono a costruire uno strumento per il controllo automatico che disciplinava la crescita della popolazione quando questa era troppo rapida. Il *chemostato*, come fu poi chiamato, funzionava così: la popolazione veniva sorvegliata, o monitorata, con un fascio di luce che l'attraversava; più la popolazione cresceva tanto più opaca diventava, cioè intercettava più luce. Raggiunta per tentativi una opacità adatta, veniva eliminata una quota della sospensione di batteri nella soluzione nutritiva e sostituita con un uguale volume di terreno nutritivo (*pahulum*) sterile, e così via.



Più o meno perfezionati, i chemostati esistono oggi in qualunque laboratorio batteriologico nel quale la quota prelevata per arrestare la crescita esponenziale viene sottoposta agli studi del caso.

### La scoperta dei fagi

Negli anni 1915-1917 fu scoperto da Frederick Twort e Félix d'Hérelle che l'arresto della crescita esponenziale in alcune specie batteriche era causato, in modo naturale, da organismi ancora più piccoli dei batteri, del tutto invisibili al microscopio e capaci di attraversare i filtri di porcellana non verniciata che venivano impiegati per rendere sterili i terreni di coltura. A questi organismi venne dato il nome di *batteriofagi*, nome poi mutato in virus "filtrabili", anche se il termine di batteriofago, cioè mangiatore di batteri, è ancora oggi usato in forma abbreviata, *fago*.

### Virus protagonisti dell'autocontrollo

Come si è poi stabilito, i virus sono particelle autoriproducibili che contengono segmenti di DNA o RNA che si comportano come cromosomi e specificano proteine di vario tipo. Le molecole proteiche vengono prodotte dalla cellula iniettata e sono deputate alla protezione del cromosoma virale e ad altre funzioni necessarie alla infettività e contagiosità del virus. In qualche raro caso il cromosoma virale può essere "nudo". In principio si discusse a lungo se i virus fossero forme di vita molto primitive o forme degradate, o più semplicemente gruppi di geni resisi indipendenti e capaci di riprodursi alle spese di cellule di una medesima specie (o specie poco diversa) da cui avevano tratto origine, modificandole ed eventualmente uccidendole<sup>1</sup>. Quest'ultima ipotesi, cioè che il virus si origina all'interno del genoma dell'organismo che viene poi infettato (ed eventualmente ucciso), è quella che oggi prevale.

### Trasposoni

Ancor più dell'Ottocento, il Novecento è stato un secolo molto fertile di novità: per molti anni di seguito. Ogni sei mesi la sperimentazione proponeva informazioni più ricche e complete, mentre una retroguardia agguerrita si opponeva con asprezza.

Un esempio lo troviamo nel caso dei trasposoni, identificati da Barbara McClintock che studiava l'ereditarietà nel mais. Secondo la McClintock (1950)<sup>2</sup>, alcune sequenze di DNA che comprendevano pochi geni si staccavano dal genoma e si trasferivano in altro luogo di esso (*jumping genes*). Una visione dinamica della struttura e del modo di operare del patrimonio ereditario, ma simile proposta fu contrastata e rifiutata per decenni.

A causa di tale rifiuto, l'idea che il controllo sulla riproduzione venisse esercitato da virus (chiamati *batteriofagi* nel caso della riproduzione batterica) impedendo un andamento esponenziale nocivo per la popolazione stessa e anche per popolazioni diverse conviventi non attecchì, come non attecchisce ancora oggi a settant'anni di distanza. Eppure furono molti e autorevoli coloro che allora sostennero quella funzione per molti virus: il controllo avveniva quindi attraverso la morte di una quota della popolazione che aveva dato origine a quel virus.

Mentre così si esprimevano una parte dei ricercatori, i genetisti sostenevano l'esatto contrario: l'individuo più adatto, con un sicuro successo evolutivo, è quello che lascia più discendenti fertili. La genetica, che era ritenuta la branca più autorevole e sicura della biologia, ebbe il sopravvento ed oggi abbiamo difficoltà a capire per quali motivi compaiono con insistenza batteriofagi e virus pestilenziali: influenza, poliomielite, ecc.

1. Wessner DR, *The origins of viruses*, Nature Education, 3(9): 37, 2010.

2. McClintock B, *The origin and behavior of mutable loci in maize*, Proc Natl Acad Sci USA, 36:344-355, 1950.

### Capacità di riparazione del DNA e mutagenesi

Lo studio sulla riparazione del DNA dei viventi ha riservato una sorpresa: presso i procarioti, e presso i batteri in particolare, esistono vari dispositivi di riparazione del DNA da danni causati da radiazioni ionizzanti (raggi X, raggi gamma) nonché da radiazioni ultraviolette di una lunghezza d'onda molto breve, dispositivi tutti molto efficienti. È stata addirittura individuata una specie batterica resistente a dosi altissime di radiazioni ionizzanti il *Deinococcus radiodurans*<sup>3</sup>. Simile resistenza pare giustificata dal fatto che i procarioti hanno vissuto in epoche nelle quali le radiazioni nocive per il DNA non erano trattenute dagli alti strati dell'atmosfera come oggi avviene. Tuttavia eventi bellici e incidenti nei reattori nucleari hanno insegnato che anche per gli eucarioti i danni provocati al DNA che non abbiano immediatamente ucciso sono stati riparati e hanno lasciato minima traccia nei discendenti. Per i figli e i nipoti dei giapponesi di Hiroshima e Nagasaki erano state formulate previsioni che non si sono avverate, come hanno dimostrato osservazioni molto attente e non delle vittime e dei soccorritori dopo il disastro della grande centrale di Chernobyl in Ucraina: coloro che erano sopravvissuti ai danni immediati non hanno avuto figli o nipoti modificati da agenti mutageni. Altrettanto è avvenuto per i discendenti modificati dagli agenti mutageni. Concludendo, i danni al DNA causati da accidenti o esperimenti vengono riparati in una percentuale prossima al 100% o, in altri termini, la mutagenesi è un evento endogeno. Questo fatto, o principio, viene qui posto in evidenza perché orienti l'attenzione del biologo ad accertare in quale modo si è esplicata (e continua ad esplicarsi) l'evoluzione stessa e, in particolare, quanto peso possa avere avuto in seguito il caso nel divenire dei viventi.

3. Garrity GM, Holt JG, Class I, *Deinococci class. nov.* in Boone DR, Castenholz RW, Garrity GM (eds.), *Bergey's Manual of Systematic Bacte-*

*riology*, 2nd edn, vol. 1, Springer, New York, 2001: 395-403.

### Il neomalthusianesimo

Veniamo al controllo delle dimensioni della popolazione umana. Nel 1798 Thomas Robert Malthus pubblicò un libro col quale avvertiva che la popolazione umana era cresciuta in modo eccessivo e che era necessario porre rimedio<sup>4</sup>. A quell'epoca, cioè duecentoventi anni fa, la popolazione umana, secondo calcoli attendibili, superava di poco i 900 milioni di persone. La rivoluzione industriale era incominciata, ma le poche macchine a vapore non avvelenavano l'atmosfera. L'avviso di Malthus, ecclesiastico colto in geografia che fondava una nuova disciplina, la sociologia, fu accolto senza discussioni: il sovraffollamento da parte di gente povera nelle città europee era sotto gli occhi di tutti e dal nascente Impero inglese giungevano cattive notizie: in talune isole erano in uso pratiche, anche molto crude, per limitare un super popolamento non sostenibile.

Anche la tesi avanzata da Malthus, che le popolazioni umane si accrescono secondo leggi geometriche (esponenziali) mentre le sussistenze crescono secondo leggi aritmetiche, appariva corretta a quasi tutti. Ciò che non fu accolto fu il rimedio proposto dal pastore anglicano: la castità. Oggi la popolazione umana è di 8.000.000.000 persone ma circolano 2 miliardi e forse più di veicoli a motore che consumano energia fossile emettendo anidride carbonica in quantità uguale o superiore a quella prodotta da tutti gli esseri viventi. Per il 2050 è prevista ufficialmente una popolazione mondiale di 9 miliardi di persone e solo allora si studieranno eventuali rimedi a una situazione insostenibile da molti secoli.

### Gli insetti come soluzione per l'alimentazione mondiale

Veniamo ad un esempio. Quando sono state compiute le previsioni e i programmi per il secolo XXI, gli studiosi della FAO si sono resi

4. Malthus TR, *An essay of the principle of population as it affects the future improvement of society*, J. Jonson in St Paul's Church-yard, London, 1798.

conto che per i 9 miliardi di esseri umani stimati per il 2050 i prodotti dell'intera produzione agricola e dell'allevamento non sarebbero stati sufficienti, bisognava trovare per tempo un adeguato rimedio. La proposta fu quella di ricorrere all'allevamento di insetti che già venivano utilizzati nell'alimentazione in Asia meridionale, in India e Cina in particolare.

La proposta, esaminata e discussa in una tesi di specializzazione presso l'Università di Pisa<sup>5</sup>, appare buona, tanto che l'Istituto Sperimentale delle Tre Venezie si fa carico di studiare i rischi e le cautele da adottare in vista di questa innovazione<sup>6</sup>. Nel 2015 all'esposizione mondiale di Milano, tanto negli stand del Belgio quanto in quelli dei Paesi Bassi, erano esposti i preparati di insetti commestibili. Ma già in quell'anno era chiaro che l'abuso di insetticidi aveva compromesso in modo grave la fauna di insetti e che i pipistrelli soffrivano in modo grave per simile distruzione. Anche le api, che da sempre hanno fornito cibo all'uomo e ad altri animali, diminuivano pericolosamente. Quindi, quel programma non era attuabile e fu abbandonato, ma non sostituito: proprio in questi giorni si è tornato a parlarne.

### Resistenza alle radiazioni nocive

Prima di passare alla parte propositiva, è opportuno prendere in considerazione due fatti appurati, ma poco noti, che giustificano una visione ottimistica del futuro.

Un primo fatto riguarda la scoperta di un gruppo di batteri resistenti alle radiazioni. Il primo batterio con tali capacità, *Deinococcus radiodurans*, venne scoperto nel 1956, quando si pensò di usare i raggi gamma per sterilizzare i cibi da conservare in scatola, in luogo di una prolungata bollitura, specialmente in quelle industrie che operano in alta quota dove l'acqua bolle a più

bassa temperatura. Furono impiegate dosi di raggi gamma molto alte, migliaia di volte più intense di quelle impiegate nei casi più comuni. L'esito di quella prova fu, a dir poco, stupefacente: una specie batterica era in grado di riparare eventuali danni e di riprodursi. Una tolleranza mai nemmeno immaginata. Gli studiosi si domandarono quale situazione ambientale avesse potuto produrre simili risultati. La domanda non ebbe risposta soddisfacente, alcuni fatti suggerivano che la comparsa di questo superbatterio non fosse tanto antica. Successive ricerche hanno poi rivelato che altri batteri capaci di vivere in ambienti asciutti, o addirittura polverosi, presentavano uguale tolleranza; non solo, anche alcune specie di archei possedevano uguale tolleranza<sup>7</sup>.

Questa serie di fatti ci rassicura che anche la più violenta guerra con armi nucleari non distruggerà mai del tutto la vita sul nostro pianeta: batteri e archei non saranno mai distrutti, ma gli eucarioti, quelli sì, spariranno. Si salveranno forse quelli che si trovano a grande profondità, per poi morire in un ambiente profondamente alterato.

Una modesta consolazione, penserà qualche lettore. Bisognerà attendere altri miliardi di anni prima che possano ricomparire organismi di complessità pari agli animali e alle piante che oggi ci circondano.

Altre circostanze, meno sicure di quelle appena esposte, ci permettono un cauto ottimismo anche per l'umanità, purché siano attuate subito, già nel 2023. Intorno alla metà del secolo scorso, in molte città industrializzate l'inquinamento aveva raggiunto livelli non più tollerabili, mi riferisco in particolare a Londra e Los Angeles. La nebbia che gravava sulla capitale inglese veniva descritta come "zuppa di piselli", sicché in quelle città furono presi provvedimenti radicali che nel volgere di un decennio cambiarono in meglio molte cose. Simili interventi furono adottati anche altrove,

5. Vedi ad es. Trimarchi D, *Insetti edibili: rischi alimentari e aspetti normativi*, Univ. Pisa, Dip. Sc. Veterinarie, Scuola di Specializzazione in Ispezione

alimenti di origine animale, 2015-16.

6. <https://www.izsvenezie.it/temi/alimenti-sicuri/insetti-edibili/>

7. Vedi la review di Gabani P e Singh OV, *Radiation-resistant extremophiles and their potential in biotechnology and therapeutics*, Applied Mi-

crobiology & Biotechnology, 97(3):993-1004), 2013 che fornisce anche precisazioni sui composti che consentono la resistenza alle radiazioni.

ma era chiaro, anche ad alcuni industriali, che il fenomeno andava affrontato su scala mondiale.

### Il club di Roma

Questa associazione nacque nell'aprile 1968 come organismo non governativo e non profit per iniziativa e per merito dello studioso scozzese Alexander King e dell'imprenditore italiano Aurelio Peccei (successivamente amministratore delegato della Olivetti). Subito ad essa aderirono scienziati illustri, più d'uno dei quali laureato Nobel, ma anche uomini politici assai noti, economisti e industriali. Nel 1970 perfino Nixon negli USA e Fanfani in Italia fecero della campagna contro l'inquinamento la loro bandiera.

Cito da un articolo di Giorgio Nebbia<sup>8</sup>:

Un Club di Roma commissionò ad alcuni studiosi del Massachusetts Institute of Technology degli Stati Uniti uno studio sul futuro, sulle sfide dell'umanità. La domanda posta agli studiosi era, più o meno: se veramente siamo di fronte ad un aumento della popolazione sempre più rapido, ad una crescente domanda di minerali, cibo, acqua, fonti di energia, se veramente sta aumentando l'inquinamento del pianeta, che cosa si può fare per fermare questa tendenza? Il risultato dello studio, che apparve sotto forma di libretto nella primavera del 1972, col titolo *Limits to growth* era più o meno il seguente: "se" la popolazione mondiale continuasse a crescere al ritmo di quegli anni settanta, la crescente richiesta di alimenti impoverirebbe la fertilità dei suoli, la crescente produzione di merci farebbe crescere l'inquinamento dell'ambiente, l'impovertimento delle riserve di risorse naturali (acqua, foreste, minerali fonti di energia) provocherebbe conflitti per la loro conquista; malattie, epidemie, fame, conflitti non solo frenerebbero la crescita della popolazione, ma ne provocherebbero una traumatica diminuzione. Il libro concludeva che, per evitare catastrofi, epidemie, guerre, sarebbe stato necessario rallentare, porre dei limiti, "frenare" la crescita della popolazione,

dell'estrazione di materiali e risorse dalla natura, della produzione agricola e industriale. La "crescita", *growth* appunto, che non ha niente a che vedere con lo sviluppo, fu indicata come la fonte dei guai presenti e futuri del pianeta, il "male" da mettere in discussione e sottoporre a "limiti", da frenare.



Nella primavera del 1973 i finanziamenti alla lotta contro l'inquinamento furono troncati. Il Club di Roma sopravvisse, ma con nome mutato a Vienna dove Peccei si era trasferito. Negli USA e in Italia la Confindustria riprese le redini del gioco. Mentre l'11 settembre in Cile prese il potere Pinochet.

### La tregua sull'ambiente dovuta al lockdown della primavera 2020 conseguente alla comparsa del virus della pandemia COVID

Dal marzo del 2020, nel mondo intero la gente si è trovata trincerata in casa per almeno qualche mese dopo l'inizio della pandemia da coronavirus COVID19: il traffico dei 2 miliardi di veicoli a motore azionati da combustibili fossili si è ridotto a molto poco. Parallelamente a una momentanea riduzione dell'accrescimento della temperatura globale, si è verificata una tregua nelle più gravi anomalie climatiche.

7. Nebbia G, *Gli anni della speranza: la primavera dell'ecologia*, Giano, 11(32):125-143, 1999.

Simile tregua suggerisce di programmare un piano per arrestare la crescita della popolazione umana, che non sia rovinoso. Tale riduzione progressiva, costante nel tempo, può fermare la produzione di nuovi e vecchi virus che tendono a questo stesso scopo e per i quali l'umanità ha sofferto più che per le guerre: influenza "spagnola" ed encefalite letargica, poliomielite e COVID, malattie che minacciano di cronicizzarsi causando sofferenze e danni economici crescenti alle nuove generazioni. Allo stesso tempo, tale tregua frenerebbe la prospettiva di aggravamento di una carestia universale, dovuta alla fatale diminuzione delle risorse (cibo, acqua e perfino aria da respirare), determinato dall'avvelenamento di suolo, acqua e atmosfera.

Questa prospettiva può essere accolta con fiducia, analizzando con estremo rigore quali siano gli elementi che è più conveniente attuare e quanto lunga la durata di tale tregua: una sperimentazione di alcuni mesi già nel 2023 permetterebbe di individuare le misure più razionali ed efficaci.

### **Durata della riduzione dell'accrescimento numerico**

I programmi di riduzione dell'accrescimento numerico saranno agevolati da un trend evolutivo già in atto ed evidente nelle ultime generazioni in Europa: l'aumento della sterilità maschile e femminile è palese ed innegabile, anche se per esso non si hanno statistiche decenti, né chiari indicatori delle cause che lo determinano.

In conclusione, va ribadita la necessità di un'immediata tregua nel consumo delle risorse del pianeta, indispensabile per frenare l'avanzata delle carestie di cibo e acqua, per ridurre le sofferenze che verranno altrimenti provocate dall'ulteriore, fatale diminuzione delle risorse in un inevitabile circolo vizioso. Vanno fermati sprechi, consumi inutili e mancanza di controllo sull'inquinamento; basti pensare alle enormi risorse che oggi vengono dissipate, ad esempio, per costruire portaerei da guerra con testate atomiche assai più costose di viaggi nello spazio.

Se in un'ottica universale una porzione di energia sarà messa a disposizione di tutto l'insieme

dei viventi, e non solo dell'umanità, se verranno ripresi quei programmi che anni fa andavano alla radice delle cause della desertificazione e che sono stati bloccati da egoismi locali, allora potranno diminuire le probabilità che la riduzione della popolazione venga affidata alle armi atomiche.

Gli ambiziosi progetti di ottenere energia "pulita" da processi di fusione atomica, processi nei quali sono state raggiunte temperature di 108 gradi Kelvin, hanno cominciato a dare risultati promettenti nel Regno Unito, in Francia e altrove. La prospettiva della creazione di centrali che possano fornire energia tanto grande non è lontana, forse mancano pochi anni. Purtroppo, ciò che abbiamo sotto gli occhi fa temere che queste centrali divengano obiettivo vulnerabile da parte di qualche Stato ostile o inadempiente.

Alla fin fine, un generatore di energia da fusione nucleare adeguato a tutte le esigenze del nostro pianeta già c'è: il Sole. L'energia solare è certamente disponibile in quantità enorme e resta la fonte più pulita e sicura e meritevole di programmi più generali.

In sintesi, una tregua sull'impatto ambientale già dal 2023 – cosa nella quale sono generosamente impegnati i sostenitori della biodiversità – è indispensabile per assicurare un avvenire meno traumatizzante alle prossime generazioni, e perché l'insieme dei viventi, e non solo dell'umanità, possa contare su una prolungata possibilità di vivere e lavorare senza temere l'ira degli elementi. ●



---

## L'esperienza è solo il primo passo

Maria Arcà

---

L'articolo riporta l'intervento di Maria Arcà a conclusione del *workshop* residenziale di studio e formazione "Insegnare scienze. Immaginare l'invisibile" che ha avuto luogo nel maggio 2022 a San Panfilo d'Ocre (vedi locandina a pag. 60). Qui, insegnanti uniti da anni di lavoro condiviso, hanno trascorso due giorni di discussioni, esperienze, confronti e serate conviviali. Con l'aiuto e la preziosa partecipazione di amici scienziati, sono state esplorate le possibilità e le modalità con cui il pensiero scientifico riesce ad immaginare l'invisibile, costruendo modelli di pensiero astratto a partire da esperienze e osservazioni di realtà.

Il divertente della conclusione di questo corso è che, dopo avervi costretto per due giorni a fare esperienze, comincerò ora a mettere in discussione proprio il fare esperienza. Io sono convinta che l'esperienza costituisca un legame forte tra noi e il mondo, e questo vale anche per i bambini.

Su come collegare il visibile all'invisibile abbiamo parlato fin troppo. Ora voglio dire che l'esperienza concreta è solo il primo passo di un percorso di conoscenza lungo e difficile. In questi giorni abbiamo pensato: facciamo esperienze, facciamo esperienze, facciamo esperienze, però questo non basta assolutamente per costruire conoscenza: esperienze si possono fare a scuola imparando poco e niente, mentre dovrebbero diventare la base per la costruzione di pensiero astratto, per la costruzione di saperi che modifichino il proprio sguardo sul mondo.

L'esperienza singola, in sé, non costruisce significato e quindi deve essere intrecciata con altre, accompagnata da riflessione e immaginazione. Bisogna che l'esperienza cresca e si ramifichi, che si diffonda nella mente come si diffonde in acqua una gocciolina di inchiostro, e che porti lontano facendo nascere più complessi modelli culturali. Perché se ci fermiamo all'esperienza o all'esperimento, isolati dal loro contesto problematico (come quelli presentati nei sussidiari) veramente è fatica sprecata, è mondo sprecato ed è tempo sprecato. Bisogna ragionare su che cosa vuol dire veramente *fare esperienza*, perché non si tratta soltanto di fare delle cose: è diverso perché è una attività che deve modificarci dentro, deve costruire idee mentre proviamo a vedere quello che succede. Serve per capire sia come e perché



le cose cambiano, sia cosa cambia in noi e nel nostro sistema di pensiero. Quindi il messaggio forte di questo incontro è capire come possiamo prendere un'esperienza piccolina, un sasso che cade o una goccia d'acqua più o meno rotonda, e farla diventare pensiero, collegarla con dei fili di pensiero alle idee grandi della scienza. Questo è il mestiere, è l'arte didattica. Fare esperienza, altrimenti, può essere molto stupido e molto riduttivo. Il nostro stile di lavoro vuole partire dalle libere idee che nascono guardando e modificando cose per guidarle con calma verso le conoscenze che le spiegano e ci aiutano a capire meglio.

### Come leggere l'esperienza

Così le cose che succedono, le mani che toccano, le sensazioni, le percezioni diventano modi di ragionare. Ma soprattutto come analizzarle? Questa è la vera domanda: come si fa a capire? Non lo sa nessuno come si fa a capire. Allora con i miei "complici", Sara Paleri e Francesco D'Alessandro, abbiamo cominciato a parlare da tempo di strategie cognitive. Guarda il grande, ma devi guardare anche il piccolo, guarda l'uguale, ma devi guardare anche il diverso. Guarda l'adesso, ma devi guardare anche nel tempo, il futuro. Guarda le analogie, ma devi guardare anche i fatti di realtà. Guarda le metafore, ma devi capire a che cosa si riferiscono. Ci sono tutti questi *ma* che sono fondamentali perché organizzano i modi di pensare, organizzano la capacità di leggere l'esperienza. E nonostante tutto, siccome la testa è dura da riempire, certe attività sperimentali bisogna farle e rifarle per guardare meglio; diventano esercizi che servono per fare pratica: ed è necessario affrontare anche la noia di un certo numero di esercizi o *routines* apparentemente poco significative, come fare le scale al pianoforte due ore al giorno per i pianisti; ma se non si fanno, le mani e la testa non riescono a collegarsi nel pensiero.

Si dice che bisogna partire dalle cosiddette esperienze di realtà. E qui cominciano le domande di sempre. La realtà per me è diversa dalla realtà per un bambino. Ma noi ci affidiamo alla realtà di un bambino o gli spaliamo sopra la nostra? Quali

## Insegnare Scienze

"Immaginare l'invisibile"

**Workshop  
residenziale  
di studio  
e formazione**

Direzione scientifica:  
Maria Arcà  
Sara Paleri

**S.PANFILO D'OCRE (AQ)**  
**20,21,22 MAGGIO 2022**



Provincia di  
Umbria  
U-SCI-A  
Unione Nazionale Loro d'Avvicinamento  
Dirigenti Registrati per l'Anno

Le collaborazioni con



Le discussioni si sono sviluppate intorno a "Cosa importa davvero capire a scuola", come gestire "La conversazione nel laboratorio scientifico", come comprendere "La complessità delle strutture biologiche". Grande importanza è riservata al significato delle esperienze in classe. Il convegno è stato organizzato da Sara Paleri, Francesco D'Alessandro e Maria Arcà, con il supporto del Dirigente scolastico Antonio Lattanzi, coordinato dagli insegnanti e da quelli che da anni hanno seguito queste modalità di formazione. Ringraziamo ancora: Andres Acher, Anna Aiolfi, Roberto Argano, Emiliano Degiorgi, Annastella Gambini, Pino Macino, Michela Mayer, Nuccia Maldera, Paolo Mazzoli, Donatella Merlo.

sono la sua realtà, le sue curiosità, i suoi interessi, la sua voglia di capire? Perché un po' possiamo provare a sviluppare e a guidare le sue realtà verso le nostre, ma presto, molte volte, seguiamo solo i nostri interessi! Magari gli accarezziamo anche la testa ma poi gli ficchiamo dentro le nostre realtà, quelle "giuste". Prima o poi alla realtà adulta si perviene (con fatica), ma per arrivarci si deve cominciare da una realtà che quasi non conosciamo, da una realtà bambina che è difficile conoscere. Perché? Perché non è quella, dicia-

mo, istituzionale, ma nasce dalla libera curiosità bambina, è quella di chi non ha la nostra esperienza e che la vive in maniera diversa da noi. E allora facciamoci gli occhi come insegnanti per imparare a vedere e a collegare queste due realtà, cominciando a riconoscere quanto pensiero si può sviluppare da cose da niente: andare in bicicletta, sudare, grattarsi, camminare... ma secondo me è difficile rendersi conto di quanta conoscenza serva per destreggiarsi nella realtà quotidiana.

### **Il laboratorio per costruire pensiero**

Le idee importanti possono essere sviluppate, come fa Francesco guardando gli scivoli delle gocce d'acqua, come fa Sara spennacchiando un cavolfiore, come fanno altri, partendo da cose da niente per far venire su nei bambini attenzione, voglia di guardare, stupore, meraviglia e consapevolezza. Il reale in sé, senza un'interpretazione, non è significativo; le piante crescono, ma se ne infischiano se noi sappiamo o no come fanno; siamo noi che abbiamo l'esigenza di capire. Accorgersi delle dinamiche, dei cambiamenti, delle relazioni che possiamo porre tra gli eventi: questo è un punto importante. Ci accorgiamo di quanta scienza elementare serve per spiegare fatti evidenti? Ci accorgiamo di quanta scienza elementare è già nelle spiegazioni dei bambini? Oggi abbiamo letto due frasi di una conversazione qualsiasi su una attività che i bambini avevano svolto, e non so nemmeno in che classe. Era più densa di un manuale, era più densa di un sussidiario. Ogni parola portava pensiero, osservazioni, idee, conoscenze, consapevolezza, voglia di provare altri fatti, confronti, spiegazioni e quant'altro. E quindi? Accorgiamoci che il laboratorio di scienze non serve per fare l'esperimento, ma per costruire pensiero, per costruire idee sulle cose, per ragionare, per tentare la realtà, per provarla, per fargli dispetti, per vedere se poi ritorna indietro e fa come prima, oppure se invece è cambiata drasticamente. La scienza è questa tentazione della realtà, non è ripetere i gesti di un altro, o fare una cosa ben descritta di cui si conosce il come va a finire (e se va in un altro modo l'esperimento si considera sbagliato). Altro è il

compito della scuola: guidare il pensiero a partire da una cosa normale, magari una gocciolina, e farlo diventare pervasivo attraverso diramazioni, contrasti, esplorazioni, con la prospettiva di saper attaccare la gocciolina nostra al pensiero degli altri, in modo che venga su un grappolo di goccioline di pensieri attaccate su uno stelo, come le gocce di rugiada su un filo d'erba, costruire cioè come un'impalcatura su cui si attaccano tutte le goccioline del pensiero dei bambini. E questa impalcatura è la trama della formazione scientifica, è il sostegno del pensiero scientifico costruito dai Greci fino ad adesso. Se non riusciamo ad attaccare, come le palline dell'albero di Natale, i pensieri dei bambini su questa impalcatura, il significato si perde.

Un'altra cosa importante è saper ricondurre la realtà alla sua trama essenziale, alla sua schematizzazione, e in questo gli esperimenti aiutano. Guardando un fatto, naturale o sperimentale, bisogna capire "cosa c'entra e cosa non c'entra", cercare cioè le cause vicine e lontane, e capire l'ineluttabile: cosa non cambierebbe mai nemmeno se volessimo, quali sono le cose che invece necessariamente succedono. E poi capire come sedurre i fatti per far succedere quello che uno vuole. Non solo si diventa scienziati nel senso di acquisire competenze scientifiche, ma si diventa persone acquisendo competenze cognitive, cioè capacità di ragionare, capacità di avere pazienza, capacità di usare tempo, accorgersi delle cose, ricostruire da indizi, guardare le irregolarità. Tante scoperte importanti sono state fatte perché le cose non tornavano secondo il modello che lo studioso aveva in testa e la capacità di accorgersi delle discrepanze, di trovare lo strano, diventa fondamentale per capire altre cose e soprattutto per dire: "... ma io di questo ancora non me ne era accorta e chissà che succede... come andrà a finire?"

### **A proposito di metodo scientifico**

Un po' di polemica. Accorgiamoci, diciamolo con parole, il metodo scientifico *non* è fatto di quelle quattro cose che stanno scritte sui sussidiari: osservazioni, ipotesi e quant'altro. È invece un

metodo per capire, per accorgersi con attenzione delle cose che succedono. Serve non solo per immaginare spiegazioni dei fatti, ma per essere abbastanza sicuri che quello che si capisce corrisponde alla realtà, e per comunicare agli altri quello che si è capito. È importante l'attenzione ai fatti, a come si collegano con quello che sappiamo, come lo arricchiscono o lo mettono in discussione, stimolando riflessioni che interpretano quello che succede. Bisogna poter dire a un altro: "Guarda, io ho fatto così e me lo spiego così, se lo rifai, ti succede quello che è successo a me, e vorrei sapere se la mia spiegazione ti convince"... L'altro rifà quasi le stesse cose, i risultati son un po' diversi, si cercano le cause delle differenze, e questo accade anche in moltissimi esperimenti scientifici. Dai fatti si passa alle interpretazioni, dove bisogna trovare coerenza nel confronto tra quello che succede e quello che si pensa, tra quello che si dice e quello che si fa, tra quello che si guarda come caso particolare e si può generalizzare oppure non si può generalizzare, tra le tante idee che possono interpretare e spiegare un risultato. Interpretazioni e spiegazioni variano tra tutti quelli che si occupano di uno stesso problema, i dati vengono letti anche alla luce delle idee e della cultura di chi interpreta, e ciascuno porta le sue prove, tentando di essere convincente, fino a convergere sulla spiegazione più completa e comprensiva. La rete di confronti, di osservazioni, di prove... permette alla fine di avere un minimo di certezza sulle cose che succedono. Blande certezze, insomma... E questo lavoro di tentativi ed errori, di spiegazioni *tentative*, di proposte per costruire un modello convincente viene banalizzato con bambini (e insegnanti) che scimmiettano un processo che invece è lungo e suggestivo, fondato sulla accortezza delle osservazioni, sulla proposta di spiegazioni, sulla speranza di trovare fatti che le confermino, sulla necessità di argomentare per convincere altri delle proprie idee. Ma tutto questo lo sappiamo già da tempo.

### **Quali esperienze?**

Mi importa di più ragionare sul tipo di esperienze che portiamo a scuola. Quali sono le espe-

rienze su cui vogliamo far ragionare i bambini? Come si scelgono? È chiaro che per cominciare si può accettare quello che i ragazzini portano in classe. Lui ti porta il verme e la maestra lo spiaccica vigorosamente sulla cattedra, oppure ti porta il verme e si comincia a ragionare su quello. Queste possono essere esperienze episodiche, importanti perché sono modi di far entrare in classe momenti della vita dei bambini. Poi ci sono esperienze meglio programmate e specifiche, che devono essere fatte con una certa cura, sapendo dove portano e che problemi aprono. Non si tratta di stupire facendo l'esperimento della matita spezzata nell'acqua o cose del genere: il lavoro in classe deve suggerire domande ed essere suggerito da domande, da un'idea di ricerca, da un interrogarsi su qualche fenomeno. Ogni insegnante ha il suo repertorio di esperienze, sa come interrogare un fatto e sa quali problemi possono nascere. Non si tratta di sgranellare una esperienza al giorno, ma di costruire un ambiente cognitivo tale per cui quella domanda, quella osservazione, quella esperienza possono avere senso e diventare produttive. Per questo l'attività proposta da una pagina qualsiasi del sussidiario, ed anche dalle 100.000 esperienze riportate nei libri rivolti agli insegnanti, mi danno un po' fastidio: perché sono decontestualizzate, non nascono da una esigenza reale e non hanno uno scopo ampio; e le cose decontestualizzate in classe funzionano ben poco.

### **Aver cura del pensiero che si forma**

Come insegnanti, non dobbiamo solo insegnare ma dobbiamo aver cura del pensiero che si forma. Avere cura del pensiero in formazione è una frase che ogni insegnante dovrebbe avere stampata nel cervello, e riflettere su come far crescere il pensiero di ogni bambino, che deve essere portato su, e alimentato a modo proprio. A me piace additare, suggerire a gesti più che dire parole. E mi spiego. Tante volte in classe quando i ragazzi sono in circolo e si parla a giro, l'insegnante fa una domanda e sembra che nessuno sappia rispondere. Allora basta fare con le mani dei gesti per portare l'attenzione su qualche piccola cosa, additare per orientare la direzione dello sguardo

e del pensiero. Così quelli che sono furbi capiscono qual è la strada, e dopo un po' vengono le parole. Ogni giorno si sviluppa questa cura del non dire ma di far dire, del non far succedere ma di organizzare un contesto in cui qualcosa succeda; e fare in modo che i ragazzi trovino le parole giuste, cercando la problematicità nelle situazioni predisposte ma soprattutto in quelle inaspettate. Ragionare sull'ovvio sì, perché bisogna capirlo, ma anche su quello che non è ovvio, in modo che le idee crescano ramificandosi, ampliandosi e collegando pensieri nuovi.

Non solo dobbiamo dare, ma dobbiamo chiedere. Un insegnante che cosa chiede ai suoi bambini? Intanto di essere presenti con le mani, con la testa, con il corpo. Ma chiede anche autonomia. Pensa da solo, pensa a quello su cui si sta ragionando. Che idee ti vengono in testa? Ricordate la conversazione di stamattina sulle forze? L'insegnante chiedeva poco o niente, ma era un incoraggiamento vivente per i bambini, facendo in modo che venisse loro la voglia di parlare e quindi sviluppando la capacità di discutere, di raccontare, di argomentare, di tenere il filo del discorso. Io lo dico per scherzo, ma odio i nonni, perché tutte le volte che si fa un discorso in classe non c'è niente da fare, c'è sempre un intervento su "... perché mio nonno mi ha portato al campo..." e comincia una lunghissima storia sulle esperienze fatte col nonno, che portano moltissime esperienze vive ma fanno deviare la discussione. Bisogna riuscire a tenere il filo del discorso, nonostante i nonni, spesso aiutandosi con schemi o rappresentazioni grafiche, sui cartelloni o alla lavagna. I disegni possono rappresentare pensiero ed emozioni, aiutare a vedere relazioni e si può insegnare sia ad evitare gli scarabocchi sia ad esprimersi graficamente. Non si tratta del solito invito distratto, fatto dopo qualsiasi lavoro: "Bambini, fate il disegno!". No. Lo scopo è diverso: "Bambini fate un disegno che mi faccia capire che cosa abbiamo visto, di che cosa abbiamo parlato". E si vedono anche bambini piccolissimi che esprimono graficamente idee importanti. E non trascuriamo il gioco meraviglioso di trovare esempi e analogie, sviluppando con i più grandi quelle

metafore complesse che sono veramente il succo vitale della loro conoscenza.

### Per concludere

Bisogna imparare a diffidare. Diffidare delle risposte corrette. È più importante la risposta pensata che la risposta corretta, l'importante è problematizzare le risposte corrette, non prenderle come oro e mettersele in tasca, tirandole fuori per fare scena. Diffidare delle nomenclature. Diffidare dalle dimostrazioni convincenti. Cerchiamo di non essere mai convinti dall'istituzionale. Cerchiamo di indagare sui significati quanto più possibile, aprendo le parole per farne uscire il significato e modificare pensiero e realtà in maniera problematica. Impariamo a vedere quello che i bambini vedono. Diffidiamo del linguaggio che dice che le piante si nutrono visto che, poverette, non hanno né bocca né altro. Diffidiamo dei batteri che si nutrono senza bocca, oppure che hanno funzioni antropizzate, quando loro hanno un corpo fatto a modo loro e cerchiamo di non usare le parole adatte ad un corpo come il nostro, applicandole ad altri viventi diversi da noi. *Abituamo i bambini a parlare, ma con rispetto delle loro parole. Possono parlare solo se qualcuno li ascolta.* Noi dovremmo saper raccogliere le discussioni, leggerle, leggerne dei pezzi, confrontare i diversi interventi in modo da accorgersi di quali modelli sono dietro le parole dei bambini. Perché molte volte le parole sono una cosa e i modelli sono un'altra. È quindi far convergere le parole è un conto, ma far convergere i modelli è molto più difficile. Questo è quello che mi piace: lanciare frecce verso altri percorsi, in modo che quello che si dice qui possa aprirsi e sparpagliarsi in tante altre direzioni, in modo che attraverso il discorso, il pensiero possa crescere, e da ogni piccola cosa rinascano nuovi percorsi.

E adesso dico che questa storia del bambino come piccolo scienziato, mi fa veramente rabbia. Il bambino è proprio soltanto un bambino, non è un piccolo scienziato rompipalle che scimmietta i suoi adulti, né è uno che ha memorizzato quel po' di nozioni che l'insegnante gli tira fuori dalla testa come i pesci con l'amo. È invece

importante farlo diventare un grande scienziato, senza pensare che abbia già incorporato tutto il sapere. *Il pensiero si costruisce, si costruisce lentamente, con pazienza, con fallimenti e atroci delusioni, con garbo, con cura, con attenzione, con rabbia.* Con tutto quello che volete, ma si costruisce nel tempo e deve continuare a crescere confrontandosi con il succedere delle cose. Non c'è niente di già fatto e stiamo cercando di fare qui con voi questo sforzo di costruzione, anche

dicendo cose di male sul nostro stesso conformismo, evitando anche quel rispetto adorante con cui pare debba essere trattato il fanciullo o l'insegnante in ricerca. Guardiamoci in faccia e guardiamo le cose come stanno e se c'è da lavorare lavoriamo, se c'è da essere in disaccordo siamo in disaccordo, se siamo d'accordo tanto di guadagnato e cerchiamo comunque di crescere insieme. Questo è quello che speriamo che succeda. Ci vediamo nella prossima vita. ●

## Insegnare Scienze

“Immaginare l'invisibile”



### Le linee guida del Convegno

a cura di Maria Arcà, Francesco D'Alessandro e Sara Paleri

In questi momenti di lavoro e di incontro....

Vorremmo fare scienze senza cadere nella tentazione di semplificare la complessità del mondo, senza tessere attorno alla realtà una ragnatela fatta solo di nomi e formule.

Vorremmo ancora meravigliarci della vita imparando a guardarla nella sua complessa fragilità, nell'intricco dei suoi funzionamenti.

Vorremmo imparare ad appassionarci a vere sfide di conoscenza, misurandoci con gli aspetti del mondo e guardando il loro continuo divenire con attenzione e rispetto.

Vorremmo sviluppare il nostro pensare per modelli. Perché non pensiamo solo ciò che vediamo ma stabiliamo relazioni tra i fenomeni, relazioni che non si vedono eppure fondano le strutture portanti del nostro capire.

Vorremmo un linguaggio che non si stanchi di cercare il significato di ciò che si dice, che si costruisca come strumento per dialogare sul pensiero, sempre in cerca di spiegazioni, sempre mettendo in crisi soluzioni apparentemente convincenti.

Vorremmo imparare a percorrere lunghi e coerenti sentieri della conoscenza con i nostri ragazzi, accompagnandoli alla scoperta di sempre nuovi punti di vista sul reale attraverso riflessioni minuziose e accorte, attente a cogliere “indizi”.

Per questo proponiamo ai partecipanti, nel rispetto delle Indicazioni Nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione, un modo di fare scienze a scuola che sviluppi l'attenzione alle relazioni invisibili che connettono le strutture di pensiero e i fatti di realtà.

Lavoreremo dunque in piccoli gruppi su attività concrete che si riferiscono ad alcuni concetti chiave della fisica, della chimica, della biologia, con la guida di un tutor e la collaborazione di tutti.

Ospiti di un territorio che è tornato a scommettere sul futuro, di nuovo vicini, potremo finalmente riallacciare i fili di tante diverse ricerche, di esperienze lontane che tornano a riconoscersi e a sentirsi unite da una stessa etica di conoscenza.

---

## Bambini e animali

Anna Aiolfi

---

The article consists of the author's speech at the workshop "Teaching science. Imagine the invisible". It describes the experiences and the investigations into the animal world that the author had in the kindergarten, from which one can see the way of participating and thinking of children. Working in kindergarten with and on animals, the teacher represents a powerful model of how to act, what to look for and look at, how to take care of them.

Keywords: *Scientific teaching, Kindergarten*

---

Quando Maria Arcà mi ha chiesto di parlare al seminario di Ocre di bambini e animali ho dovuto fare delle scelte, perché le porte d'ingresso a questo argomento sono tantissime e ognuno di noi ha accessi che ama particolarmente. Quindi vi racconterò le mie scelte, quello che normalmente amavo fare con i bambini di scuola dell'infanzia quando capitava di parlare di animali, anche di quelli poco conosciuti o evitati perché considerati fastidiosi.

### Se io fossi

Un gioco molto coinvolgente era quello del "se io fossi", per esempio... una medusa, un'anatra, un elefante. Quando si faceva questo gioco, difficilmente i bambini si immedesimavano in animali tipo gatto o cane, ma sceglievano animali particolari conosciuti da libri o filmati. Facendo finta di essere un altro, modellavano il loro corpo umano pensando a ciò che a loro mancava ma che l'animale doveva avere per sopravvivere nel suo ambiente di vita.

Ludovica: *"Se io fossi un polpo avrei tre tentacoli che come le braccia prendono le cose, così prendo tante cose che con le braccia ne prendo solo due. Sarei sempre dentro all'acqua perché se esco muoio e non avrei i vestiti perché sennò si bagnano, allora la pelle è liscia e il polpo è nudo, i vestiti li mettiamo solo noi uomini. Se io fossi un'anatra avrei due ali con le piume e il pelo più morbido che la scalda dal freddo, avrei le zampe piccole così come la mia mano aperta. Ha il becco per prendere i pesci e per prendere le cose da mangiare. Per fare il polpo ci siamo messi in due così abbiamo fatto i tentacoli che sono tanti"*.





Succedeva anche di capovolgere il gioco e chiedere: che cosa ha l'animale, per esempio un'anatra, che anche noi abbiamo? *"...la pelle, la pancia, gli occhi, il naso, le orecchie, ha la lingua, ma i denti no perché lei mangia con il becco"*. In questo modo si condivideva l'idea che ci sono aspetti e funzioni che appartengono a tutti i viventi, come spiega Pietro: *"Io dico che alcune cose le abbiamo tutti tipo la bocca per mangiare o le orecchie per sentire solo che sono diverse per la forma forse perché facciamo cose diverse"*.

### Riconoscere e immaginare relazioni

Il passo successivo era "guardare per...". Discutevamo di animali guardando le loro cacche, le zampe, le bocche, le code, la pelle. In questo gioco non bastava riconoscere quale parte, o quale arto appartenesse all'uno o all'altro; bisognava anche cercare di capire come gli animali utilizzassero proprio quel tipo di zampa o quel tipo di becco, cercando di trovare le relazioni con il modo di vivere e l'ambiente di vita.

Dalla discussione...

*"Una zampa grande serve a lui perché è grosso e pesante altrimenti si spezza. Chi ha le unghie*

*molto lunghe forse si arrampica o graffia o si difende contro gli altri animali. Ha la zampa che assomiglia ad una pinna, forse è una pinna, quella di un pesce. Ah no, della papera perché lei le zampe le usa per nuotare, e allora le prende dal pesce che lui sa nuotare"*.

Arrivano anche a trovare delle similitudini con le "zampe umane".

*"Questa sembra la nostra mano, ha anche le unghie come noi solo che sono di un animale rugoso, si vedono i polpastrelli rotondetti, forse servono quando ti appoggi e poi ha il pelo lungo bianco, è una zampa morbida cicciosa, forse è l'orsetto"*.

In questo modo si costruivano con i bambini quelli che noi chiamavamo i "campionari": raccolte di immagini di svariate zampe, bocche, peli, occhi, bocche e così via.

Parlando di bocche:

*"Ci sono animali che hanno la bocca terribile come i coccodrilli, tutta piena di denti per catturare i bufali. La tigre ha due denti più lunghi per fare paura... Non è vero che i denti grandi servono per catturare, l'ippopotamo ne ha due ma lui mangia cose piccole nell'acqua"*.

Il campionario poteva diventare ancora più specifico, passando dalle bocche ai becchi. La cosa straordinaria erano le domande che scaturivano spontanee e che trovavano quasi sempre risposte in spiegazioni di senso dei bambini stessi. Per esempio, tenendo in mano un'immagine di aironi, Leo chiede:

*"A cosa gli serve un becco così lungo?"*.

E i compagni rispondono:

*"Forse deve prendere delle cose dentro dei buchi, sta nell'acqua, allora per non bagnare tutte le piume della faccia usa il becco e fa come una pescata. È vero anche le sue gambe sono molto lunghe così non si bagna"*.

Una volta è capitato che discutendo di un campionario di occhi i bambini hanno iniziato a interpretare lo sguardo dell'animale. Così gli occhi potevano essere attenti come quelli di una rana, spalancati come quelli di una cernia, spioni come quelli del leone, allegri come quelli del pappagallo, buoni come quelli dell'elefante, minacciosi

come quelli dell'aquila, dolci come quelli di un pulcino.

### Esplorazioni fuori dall'aula

Passiamo a un altro accesso che è forse quello che io prediligo: quello delle esplorazioni fuori dall'aula. Se ne possono fare tantissime ed è utile, quando si fanno, delimitare percettivamente il focus dell'osservazione. Questa proposta periodicamente riguardava l'esplorazione della terra e si avviava con la domanda: cosa immaginate succeda sotto terra?

*“Per me ci sono tanti buchi e gallerie perché gli animali devono avere delle strade per andare su e giù, tipo delle volte vedi delle formiche che entrano e non escono, anche le lucertole spariscono, ci sono tantissimi animali piccoli, anche le forbici che non si vedono. Io una volta ho trovato delle palline bianche, forse delle uova di formica, lo so perché a casa ho tante formiche, quando scavo trovo sempre le uova o forse gli altri animalletti. Io ho trovato una cosa piccola tutta girata che sembrava una cacca”.*

Insegnante: hai provato a pensare chi può aver fatto questa cacca?

*“È un animale perché chi mangia poi fa la cacca, è una cacca di terra perché l'ho schiacciata e sembrava fatta di terra, forse di qualcuno che sta sotto la terra e viene fuori per fare la cacca così la sua casa sta pulita”.*

Quando progettavo queste attività non sapevo con certezza quali argomenti si sarebbero potuti sviluppare, ma avevo una lista di possibili domande del tipo: di cosa si accorge il piccolo vivente, e



noi di che cosa ci accorgiamo quando lo teniamo sulla mano? Che cosa sentono le sue antenne? Di cosa immagino abbia bisogno il lombrico per vivere, in che modo si muove, di cosa si nutre? Come immagino trascorrano la loro giornata? In che modo questi esseri viventi condividono un pezzettino piccolo della terra?

Queste attività, che avevano bisogno di tempo e di ascolto, un poco alla volta aiutavano i bambini a costruire un'idea di vivente, con un suo modo di nutrirsi, un suo modo di proteggersi, di muoversi, di cercare un posto adatto, di cambiare, di predare, di socializzare. Ho raccolto negli anni molte frasi interessanti dei bambini che mostrano curiosità e bisogno di trovare spiegazioni a modi di vivere diversi dal loro.

Porto un esempio. Pietro, mentre stiamo manipolando una zolla di terra, dice: *“Ma come fa un lombrico a scavare se non ha le zampe?”* Ludovica risponde: *“...per me si spinge con il corpo e buca la terra, forse la prende con la bocca e poi la sputa”.* Tento di aiutarli con un suggerimento: provate ad immaginare di essere lombrichi sotto terra, se siete lombrichi e la prendete con la bocca dove la mettete la terra? E immediatamente arrivano le ipotesi di Sara: *“io ho capito come fa, la mangia perché lui vive sotto terra e lì trova solo la terra da mangiare e forse qualche radice, così mangia la terra e fa il buco senza scavare con le zampe perché non le ha, mangia e scava mangia e scava e fa la galleria e va avanti”* e di Angela *“per me ha ragione Giacomo perché la cosa che ho trovato io era la cacca di terra del lombrico perché se mangia la terra per andare avanti poi la sua cacca è fatta con la terra come quella che ho trovato io, il giardino è pieno di cacche di lombrico e anche l'orto”.* Mi accorgo che tornano i discorsi sulla cacca fatti nei giorni precedenti.

### Piccoli ambienti

Un'altra esperienza fondamentale era costruire in classe dei “piccoli ambienti” dove ospitavamo alcuni viventi che incontravamo nelle nostre esplorazioni, come uova di girino e chiocciole d'acqua raccolte nel fosso, chiocciole e lumache

nel prato, lombrichi e formiche trovati con uno scavo, bruchi sulle rose e altro che occasionalmente capitava di trovare e volevamo “studiarle”. La classe si trasformava in un osservatorio: i bambini durante la giornata curiosavano nelle vasche, piccoli sguardi individuali e momenti lunghi di osservazione mirata fatta insieme. Tutto quello che si poteva capire era oggetto di lunghe discussioni, prima di lasciar andare gli animaletti nel loro habitat.



Anche la preparazione di questi piccoli ambienti era per noi un momento irrinunciabile, che permetteva di interrogarci su cosa e come fare a creare il luogo adatto per accoglierli, per farli stare bene, per nutrirli, per farli muovere...

Il lombricaio è un terrario molto interessante da osservare e di facile manutenzione. Offriva spunti particolari e, per esempio, dopo pochissimo non solo i bambini notavano la comparsa delle gallerie, ma era visibile a tutti che le foglie messe come ultimo strato del terrario erano state spezzettate e trasportate negli strati sottostanti; non si vedeva più una separazione netta e su questo si intavolavano lunghi ragionamenti: chi è stato, perché lo ha fatto... Ecco il pensiero di Mattia sulla costruzione di lombricaio: *“abbiamo pensato che serviva la terra ma anche dei sassolini perché li abbiamo visti nella terra del giardino poi anche delle foglie secche sopra dei rametti, poi abbiamo messo i lombrichi che sono andati subito dentro e poi tanta acqua spruzzata per fare bello bagnatino”*. E quello di Martina sul terrario che avrebbe ospitato le chioccioline: *“Per preparare il terrario della chiocciola abbiamo*

*messo la terra le foglie e poi anche delle cose che servono, tipo pezzi di vaso, pezzi di cortecce, rami perché quando andiamo in giardino le troviamo sempre sotto a queste cose forse servono per nascondersi. E poi l'acqua perché così la terra sta bagnata”*.

Durante le esplorazioni, l'acqua del fosso o dello stagno era per noi un vero tesoro. Se eravamo fortunati trovavamo masse di uova gelatinose di rana o lunghe catene deposte dai rospi, altrimenti girini. È bellissimo, secondo me, avere in classe questo tipo di acquario perché permette quotidianamente di vedere i cambiamenti, per esempio le trasformazioni del girino che noi fotografavamo per averne memoria. Le discussioni erano giornaliere, ed ecco uno stralcio con la domanda di Alessandro: *“Ma la coda dove va?”*. E i bambini rispondono: *“Per me cade perché quando ha le zampe non nuota più con la coda”*... *“No, non è vero perché non la troviamo nell'acqua e poi sembra che sparisce un poco ogni giorno”*. *“Nelle foto fatte – dice Pietro – si vede, diventa sempre più piccola, sembra che va dentro e poi un giorno arrivi a scuola e non c'è più. Quando hai quattro zampe a che gli serve nuotare? Lei la rana sta nell'acqua ma anche fuori nuota da rana e salta da rana”*.

In questa fotografia si vede il momento in cui i bambini mimano col corpo quello che hanno visto e vogliono rappresentare. Questa messa in scena spesso avveniva dopo l'osservazione e la



discussione e prima di fare il disegno. I bambini/girini sono ancora nelle uova dentro “la cosa molliccia” come la chiamavano loro, “poi quando escono non se ne vanno da lì, rimangono lì e mangiano, e quando sono abbastanza forti cominciano a nuotare”. E nella realtà questo passaggio è visibilissimo.

### Guardare e interpretare

L'anno dopo, una domanda posta da Angela mi ha permesso di indurre una riflessione sul numero delle uova prodotte a partire da quelle della rana. Angela chiede: “Ma perché la rana fa tante uova? L'uccellino mio ne fa poche! Il mio uccellino fa sempre tre uova, nel nido mica ne fa tante, anche perché non ci stanno tante uova nel suo nido, la rana ne fa tantissime e poi nascono tantissimi girini”. Anna, ricordando alcune informazioni discusse, risponde: “Sì, ma la rana va via, non gli porta il mangiare come fa l'uccellino. L'uccellino sta sempre lì sopra, come fa la rondine del tetto della scuola e butta con il becco i vermi; la rana lascia le uova e va via e i girini mangiano da soli nella vasca, non gli sta vicino, non li cura da mamma, se stanno nello stagno ti ricordi? Ci stavano i pesci che mangiano le uova, ma se sono tantissime, qualche uovo si salva e fa in tempo a venire fuori il girino, l'uccellino invece cura i suoi bambini e non li lascia, così nessuno li mangia”.

L'idea di come le mamme dei viventi curano o no la propria prole è un altro modo di “guardare per fenomeni”, costruisce uno sguardo strategico che torna utile e diventa strumento per interpretare i fatti del mondo.

Spiando dal vetro dell'acquario l'acqua raccolta dallo stagno i bambini avevano notato oltre alla presenza di piccole chiocciole che deponevano tantissime uova, la presenza di animaletti che si muovevano a scatti: le dafnie. Allora abbiamo provato ad osservarne una con lo stereomicroscopio.

“Quando ho messo l'occhio al microscopio dentro ho visto una cosa stupenda: quella cosa piccolissima, si vedeva il dentro del suo corpo, si vedeva la pancia con dentro le uova e poi le zampe che

erano quattro e poi si vedeva bene anche le budella e forse c'è una cosa lunga sulla schiena”.

Per i bambini era un fatto eccezionale accorgersi che anche un vivente così piccolo avesse dentro al suo corpo budella, uova, tuberie e qualcosa che poteva essere ricondotto a una spina dorsale simile alla nostra.



Per mettere insieme i viventi e gli elementi dello stagno era utile ritornare alla drammatizzazione, dove ogni bambino aveva il suo ruolo: chi era girino, chi era sasso, chi era filo d'erba, chi era formica... Prima si prendevano accordi su chi faceva cosa e poi c'era “il ciak si gira” che dava vita al teatro. Quindi c'erano bambini/rane che saltavano sui bambini/sasso, bambini/lombrico che strisciavano tra i bambini/fili d'erba e così via, tutti si muovevano contemporaneamente seguendo un differente copione di vita ma condividendo lo stesso ambiente.

Oltre alle giornate organizzate che si susseguivano in un continuo approfondimento c'era anche l'imprevisto: “Aiuto maestra c'è un cimice” che facciamo? Nessun problema, si teneva in mano, si guardava con la lente contafile, poi con



animali ci voglia qualcosa in più, una sensibilità particolare e un vero interesse per tutte le forme di vita, anche quelle più scomode, perché sono convinta che il nostro modo di stare con gli animali diventa per i bambini piccoli un modello potente di come e cosa andare a guardare, come e cosa andare a cercare, come e cosa curare e cosa fare. Mi sono sempre trovata bene in questi contesti e credo che questo sia dovuto alla mia passione per il mare. Durante un'immersione subacquea, ma anche solo indossando maschera e boccaglio, si torna un po' bambini, si entra nell'ambiente marino come esploratori, come ricercatori e si acutizzano delle percezioni che normalmente usiamo poco. Si cercano le tane, i buchi, i passaggi e si ha sempre la consapevolezza di essere assolutamente insignificanti di fronte alla grandezza del mare e delle sue forme di vita. Quando si esce dall'immersione succede una cosa straordinaria: c'è l'urgenza di raccontare ai compagni che hanno condiviso l'esperienza con noi cosa abbiamo visto, che cosa abbiamo scoperto passando informazioni, proprio come fanno i bambini. Spesso c'è il bisogno di cercare in internet le cose che non capiamo, i nomi che non conosciamo. C'è sempre un'altra consapevolezza, che accompagna la mia esperienza subacquea: il fatto di non sapere ancora tutto, che c'è altro da vedere, da conoscere. Questa mia esperienza, questa mia passione l'ho sempre raccontata ai bambini. Quando tornavo dai miei viaggi, loro aspettavano le fotografie, i video che io dividevo volentieri. Uno di questi mi ha scoperta ai loro occhi come una loro pari; è stato un video brevissimo, dove il mio atteggiamento di stupore e gioia per aver trovato tra la posidonia un piccolo pesce ago è stato letto dai bambini come simile al loro stesso stupore durante le esplorazioni. Anche la maestra cerca qualcosa, è contenta quando la trova e la trattiene tra le mani per poterla guardare bene prima di lasciarla andare. Forse dobbiamo imparare a vedere il mondo con gli occhi dei bambini, indagatori e sapienti, mai irrispettosi e saccenti: questo potrebbe aiutare per capire il loro modo di porsi e aiutarli nella loro crescita. ●

**Rachel Carson**  
*Brevi lezioni di meraviglia.*  
*Elogio della natura per genitori e figli*  
 Aboca Edizioni, 2020

D'un fiato si legge questo delizioso brevissimo libro, perfettamente presentato da Linda Lear, storica della scienza e biografa americana, come "un piccolo gioiello senza tempo". Pubblicato per la prima volta nel 1956 sulla rivista "Woman's Home Companion" e ripubblicato nel 1965 da Harper, è un progetto considerato da Rachel Carson uno dei più importanti della sua vita, ma rimasto purtroppo incompiuto.

L'Autrice (1907-1964), biologa marina, è nota soprattutto per il bestseller internazionale *Primavera silenziosa*, che fece conoscere al mondo intero i pericoli derivanti dall'uso incontrollato di pesticidi e fertilizzanti, aprendo la strada al movimento ambientalista. L'idea di fondo di *Brevi lezioni di meraviglia* è che l'esplorazione della natura attraverso tutti i sensi e "la condivisione della bellezza che di solito ci sfugge perché guardiamo troppo in fretta" suscitino emozioni intense e sentimenti profondi, che diventano le fondamenta motivanti dell'apprendimento di ciò che di conseguenza amiamo.

La narrazione si snoda attraverso i momenti indimenticabili condivisi con il nipote Roger di tre anni, come lei stessa da bambina aveva avuto modo di fare in compagnia della madre. Un bambino, il cui mondo "è fresco, nuovo, pieno di meraviglia ed eccitazione", infatti ha bisogno di almeno un adulto con cui vivere questo tipo di esperienze, a condizione che l'adulto adotti l'atteggiamento del bambino, rimandando l'impulso di insegnare e spiegare. Per il bambino e per chi cerchi di guidarlo, conoscere non è neanche lontanamente importante quanto sentire.

Ascoltare la tempesta sulla spiaggia una burrascosa sera d'autunno nell'oscurità, cercare sulla battigia i granchi fantasma nel buio, guardare la luna piena calare dall'altra parte della baia, saltare nel tappeto folto del muschio di renna sotto la pioggia, ascoltare il coro degli uccelli all'alba in primavera...: "nessun bambino dovrebbe crescere senza" godere di esperienze come queste.

La meraviglia, lo stupore e la gioia che nascono dal contatto con il mondo naturale sono a disposizione di chiunque e lasciano tracce profonde in chi le ha provate, tanto che "chi contempla la bellezza della terra trova riserve di forza che dureranno quanto la sua stessa vita".

Maria Castelli

**Maurizio Casiraghi**  
*Sempre più soli*  
*Il pianeta alle soglie della sesta estinzione*  
Società editrice il Mulino, 2023



Già guardando la copertina capiamo che si tratta di un libro speciale. L'immagine della testa di un rinoceronte, e il colore rosso del titolo, risaltano con forza sullo sfondo nero esercitando allo stesso tempo attrazione e inquietudine, due emozioni contrastanti che potrebbero avere effetti opposti: allontanarci dalla lettura del libro oppure spingerci a sfogliarne alcune pagine, come è successo a me. È bastato scorrere l'indice e leggere qualche riga del Prologo per incontrare un autore sorprendente che cattura subito l'attenzione del lettore e gli fa venir voglia di saperne di più sulla sua vita e sul suo lavoro. Non a caso Maurizio Casiraghi, professore di Zoologia presso l'Università di Milano-Bicocca, dice di essersi messo in gioco come non gli era mai capitato, raccogliendo la sfida di raccontare una delle sue grandi passioni, lo studio della biodiversità, a un pubblico di non addetti ai lavori. Sa quindi di non dover dar nulla per scontato e investe nella scrittura di questo libro tutto se stesso raccontando la sua vita di uomo oltre che di ricercatore. L'amore per la ricerca e per lo studio pervade tutto il libro, ma emerge anche la passione per la didattica, aspetto che a mio parere conferisce forza comunicativa al testo e lo distingue dai tanti saggi sul tema della crisi della biodiversità. "Fac-

cio anche il docente perché mi piace vedere crescere le cose e perché sono curioso e orgoglioso di contribuire alla formazione di persone e scienziati migliori di me, che si occuperanno di biodiversità meglio di me", è una dichiarazione di umiltà che porta ad accordare all'autore tutta la nostra fiducia, ci motiva e coinvolge nella lettura. Non è questa però una dichiarazione che si trova all'inizio del libro (sta a pag. 220), qui bastano il titolo, "L'insostenibile bellezza della biodiversità", e l'inizio del Prologo per catturare la nostra attenzione. Già leggendo "Io so di essere nato biologo con la passione per gli animali. Ho manifestato la mia intenzione di diventare zoologo all'età di 7 anni", comprendiamo che l'autore potrà accompagnarci, da guida competente e appassionata, in un viaggio che si preannuncia bello, ma anche tragico. Le aspettative sono alte, ma non vengono mai disattese. Il discorso si dipana attorno all'origine, alla natura e alle implicazioni del declino della biodiversità, ma come si è capito non è un discorso solo tecnico e ne scaturisce un saggio che si legge come un romanzo. Le descrizioni di come le azioni umane abbiano alterato gli equilibri degli ecosistemi, inquinato con emissioni di gas serra e prodotti chimici di sintesi, sfruttato eccessivamente le risorse del pianeta senza consentire il loro recupero, ci fanno capire come siamo arrivati a questo punto e ci porteranno a interrogarci sul destino che ci attende.

Indubbiamente arrivati alla fine del libro siamo più consapevoli del ruolo che abbiamo nelle sorti del pianeta e guardiamo con più rispetto al mondo che ci circonda. I tanti protagonisti: l'unico rinoceronte bianco esistente al mondo (quello che domina la copertina), le tante specie estinte di animali e piante e anche quelle invasive, ci esortano ad essere meno prepotenti e ci ricordano che possiamo fare ancora molto attraverso le nostre piccole azioni quotidiane per orientare le scelte strategiche di chi ci governa. E alla fine ci viene anche voglia di leggere gli autori citati nel corso del testo, primo tra tutti il naturalista ed entomologo americano Edward Osborne Wilson che nel 1986 ha coniato il termine biodiversità e che, come rileva l'autore, "con le parole ci sapeva fare".

*Lucia Stelli*

## Hanno collaborato a questo numero:

**Anna Aiolfi** è stata insegnante alla scuola dell'infanzia. Ha condotto laboratori per l'Università di Padova e Milano Bicocca. È formatrice in ambito matematico-scientifico e autrice di libri e articoli. Fa parte del Movimento di Cooperazione Educativa.

**Gianfranco Alemanno**, tarantino, consulente assicurativo di professione. Ha conseguito la laurea breve in "Produzioni animali, orientamento Maricoltura e pesca" presso l'università di Bari. L'amore per il mare e le immersioni subacquee gli fanno conseguire il brevetto di istruttore subacqueo. L'innato interesse per la natura, le scienze e la passione per la fotografia naturalistica e la macrofotografia, lo portano frequentemente a documentare la vita e i suoi cambiamenti nei suoi luoghi del cuore. Collabora con il sito internet [www.salentosommerso.it](http://www.salentosommerso.it) che si occupa di documentare la vita marina lungo le coste della Puglia salentina.

**Maria Arcà** ha svolto ricerche in Biologia Molecolare presso l'Università e il CNR di Roma. Si è occupata degli aspetti cognitivi ed epistemologici nell'insegnamento delle scienze; ha svolto attività di formazione per insegnanti della scuola di base; ha pubblicato articoli e testi in Italia e all'estero.

**Mathia Coco**, fotografo di professione che incentra i propri reportage sulla fauna di particolare interesse conservazionistico, sulle problematiche ambientali e sul rapporto tra uomo e natura. I suoi racconti nascono in Sicilia, terra in cui vive, e in giro per il mondo con l'obiettivo di documentare e raccontare storie di particolare interesse e puntare i riflettori su tematiche sempre più centrali nella nostra convivenza sul pianeta.

**Marirosa Di Stefano**, già professore associato di Neurofisiologia all'Università di Pisa. I suoi principali temi di ricerca hanno riguardato la plasticità corticale e le interazioni interemisferiche. Attualmente si occupa di divulgazione scientifica.

**Alessia Fallocco** dopo la maturità scientifica consegue una laurea in Filosofia presso la Sapienza, università di Roma, con una tesi in etica ambientale. Nel medesimo ateneo frequenta un corso di alta formazione in Scienze della Sostenibilità e il Master di I livello in scienza nella pratica giornalistica. Per *Naturalmente Scienza* ha già pubblicato *Le comunità dell'energia: un'esperienza concreta di Citizen Science* (2021) e *Crisi ambientale e questioni di genere* (2022).

**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.

**Tiziano Gorini** ha trascorso una vita estenuandosi nel provare ad insegnare Lingua e letteratura italiana e Storia; all'insegnamento ha sempre affiancato la ricerca, spaziando dalla critica letteraria all'epistemologia, dalla storia della scienza alla pedagogia. Ha pubblicato con M. Carboni e O. Galliani *Le stanze di Ophelia*, il manuale di storia della letteratura *Excursus e Il professore riluttante*.

**Bruno Massa**, professore ordinario di Entomologia generale e applicata, attualmente in pensione, è membro dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, Accademia Roveretana degli Agiati, Accademia dei Georgofili, IUCN/SSC Grasshopper Specialist Group, Comunità Scientifica WWF Italia, nonché dell'Editorial Board di *Biogeographia*, *Biodiversity Data Journal*, *Rivista Italiana di Ornitologia* ed *European Journal of Zoology*. È anche direttore responsabile della rivista *Il Naturalista Siciliano*. Ha condotto ricerche entomologiche e ornitologiche, pubblicando oltre 500 articoli scientifici e alcuni libri divulgativi.

**Pietro Omodeo** ha coltivato i più diversi campi delle scienze della vita: zoologia, citogenetica, biogeografia, biologia teorica, evolucionismo, storia e critica del pensiero scientifico. È considerato uno dei padri della moderna biologia italiana e internazionale. Ha insegnato nelle università di Napoli, Siena, Padova e Roma Tor Vergata. Ha curato opere di Lamarck, Diderot e Darwin. È autore, tra l'altro, di *Alle origini delle scienze naturali: 1492-1632*; *Gli abissi del tempo*; *Biologia con rabbia e con amore*; *Amerigo Vespucci: il contributo alla scoperta del Nuovo Mondo*.

**Stefania Senigaglia** è laureata in lingue straniere, ha un M. Ed. (International Education, University of Massachusetts) e un Advanced Diploma in Primary Care and Development (University of London). Dopo alcuni anni di insegnamento in un ITC ha deciso di cambiare carriera e ha lavorato come cooperante ed esperta di valutazione in progetti di varia natura in Africa, Medio Oriente e Sudest asiatico per ONG internazionali, Società di Consulting Engineers e per la Commissione Europea.

**Maria Turchetto**, ha insegnato Storia del pensiero economico e Epistemologia delle scienze sociali all'Università "Ca' Foscari" di Venezia. Collabora a numerose riviste italiane e straniere, è presidente dell'associazione culturale "Louis Althusser" e dirige presso Mimesis le collane *Althusseriana* ed Epistemologia.

**Angelo Vezzana**, Laureato in scienze biologiche e in Medicina e chirurgia; ha esercitato la professione di biologo presso strutture ospedaliere e, infine, quella di medico libero professionista. È specializzato nell'ecologia marina dell'Area dello Stretto e dirige il Museo di Biologia Marina e Paleontologia di Reggio Calabria. Ha indetto eventi scientifici, tra cui gli *Abiss Day* e *Veleva Day*. Oltre ad articoli scientifici, ha pubblicato la "Trilogia dello Stretto": *Biodiversità marina lungo le coste della provincia di Reggio Calabria*; *Fenomeni naturali e miti nell'Area dello Stretto*; *Odissea dell'Odissea*.

