

naturalmente scienza

febbraio 2021

anno 2

numero 1

quadrimestrale



in questo numero:

IN PRIMO PIANO: *Emergenza ambientale e pandemia* di Elena Gagliasso • *Roba dell'altro mondo* di Vincenzo Terreni • *Valutazione di fine anno pandemico: bocciati in governance* di Fabrizio Bianchi • RITRATTO DI FAMIGLIA: *Sepiolinae* di Giambattista Bello • FOCUS: *Discendenza (e... discesa) dell'uomo* di Maria Turchetto • *Etologia e filosofia: una possibile intersezione euristica* di Silvana Borgognini • *Mente umana e menti non umane* di Marirosa Di Stefano • *La guerra di Gombe* di Fabio Fantini • UNO SCATTO ALLA NATURA: *Sventagliata estiva* di Piero Sagnibene • CONTRIBUTI: *Il polpo a sette braccia tra Archeologia e Zoologia* di Giambattista Bello • *La regolazione del microclima nell'alveare* di Piero Sagnibene • *Le dispute sul tonno* di Aldo Corriero • FARE SCUOLA: *Insegnare scienze* di Paolo Guidoni • *Conchiglie per iniziare* di Lucia Stelli e Maria Castelli

Redazione

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

Informazioni e contatti

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

Proprietà della testata

Vincenzo Terreni

Direttore responsabile

Alessandra Borghini

Impaginazione

Maria Turchetto

In copertina e controcopertina:

Argentina, ghiacciaio Perito Moreno, foto di Patrizia Panicucci

Registrazione presso il Tribunale di Pisa n. 1/2021

Prezzi e condizioni di abbonamento

singolo fascicolo formato PDF: € 5,00

singolo articolo formato PDF: € 2,00

singolo fascicolo cartaceo: € 11,00

abbonamento annuale privato

(3 numeri) formato PDF: € 10,00

abbonamento istituzionale

(3 numeri) formato PDF: € 15,00

abbonamento annuale privato

(3 numeri) cartaceo: € 25,00

abbonamento istituzionale

(3 numeri) cartaceo: € 35,00

Indirizzare i pagamenti a:

BANCO POPOLARE IBAN IT38G0503414011000000359148

© Copyright 2021

Edizioni ETS

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

info@edizioniets.com

www.edizioniets.com

Distribuzione

Messaggerie Libri SPA

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

Promozione

PDE PROMOZIONE SRL

via Zago 2/2 - 40128 Bologna

ISBN 978-884676060-9

editoriale

Da quasi sei decenni gli informatici usano gli algoritmi genetici per affrontare problemi di difficile soluzione, per i quali non è nota alcuna equazione risolutiva. Solo per fare un esempio pratico, si potrebbero usare gli algoritmi genetici per affrontare, quantomeno in modo virtuale, il problema della frammentazione della sinistra politica italiana. In generale, un algoritmo genetico è una sequenza di istruzioni per la risoluzione di un problema, facente parte di una popolazione informatica costituita da algoritmi simili ma non identici. Ciascun algoritmo è messo alla prova nella soluzione del problema: quelli che ottengono i risultati migliori sono riprodotti, con variazioni e ricombinazioni casuali, per dare origine a una successiva generazione di algoritmi, da sottoporre alla stessa procedura. Gli algoritmi inefficaci sono invece cancellati senza originare discendenza. L'ispirazione darwiniana di questo procedimento euristico di ricerca delle soluzioni è trasparente.

Con una impavida operazione di ragionamento inverso, potremmo impiegare la logica degli algoritmi genetici per descrivere la pandemia di Sars-CoV-2. Mettiamoci dapprima nei panni di virus virtuali, il cui problema di difficile soluzione è rappresentato da un agguerrito sistema di difesa, capace di identificarli in base ad alcuni tratti caratteristici e di conseguenza attaccarli e distruggerli. La popolazione virale evolverebbe ben presto verso individui dotati di grande velocità di riproduzione, con progenie numerosa e assai variabile nei tratti identificabili dal sistema di difesa dell'ospite, dalla elevata capacità infettiva.

Passiamo ora all'altro versante della barricata e mettiamoci nei panni dell'ospite, operazione indubbiamente facile. La strategia ottimale per la popolazione di individui che subiscono l'aggressione infettiva è restringere al massimo le opportunità di riproduzione degli aggressori, in modo da affrontare un numero limitato di variabili e fare prevalere la potenza del proprio sistema di difesa immunitaria. Ogni tentativo di mettersi sullo stesso piano degli aggressori e di impostare la battaglia sulla velocità di adattamento del sistema immunitario da contrapporre alla velocità di variazione delle proteine virali, magari con la speranza di raggiungere prima o poi un equilibrio evolutivo di coesistenza semi-pacifica con l'aggressore, avrebbe costi difficilmente sostenibili in termini biologici, sociali e umani.

La strategia ottimale per la popolazione umana implicherebbe almeno tre livelli di azione: terapia, profilassi, adozione di comportamenti adeguati. Gli interventi terapeutici, sia pure con qualche incertezza dovuta a pratiche di intervento non precisamente guidate da rigorosa metodologia scientifica, cominciano a rivelarsi efficaci, ma le risorse richieste non sono ancora compatibili con trattamenti di massa. La produzione di strumenti profilattici ha richiesto tempi tecnici di ricerca e di fabbricazione che ne rendono la disponibilità ancora limitata. La prevenzione comportamentale costituiva la difesa migliore nella prima fase della pandemia. Purtroppo, nel nostro mondo ormai irreversibilmente interconnesso, la ridotta osservanza delle regole comportamentali necessarie per ridurre le occasioni di contagio ha impedito un contenimento della pandemia. La sciagurata faciloneria di alcuni personaggi politici di primo piano a livello mondiale, quando non la loro criminale incomprensione della gravità del fenomeno pandemico, ha reso il nostro pianeta una gigantesca incubatrice di Sars-CoV-2. Per il virus, ogni persona infetta rappresenta un'opportunità di reinventarsi. Con così tante persone infette che creano anticorpi, un grave possibile rischio è la comparsa di una variante del virus capace di eludere il sistema immunitario, di trasmettersi più facilmente e magari di reinfectare una persona guarita. Le varianti virali con queste caratteristiche sarebbero dotate di un forte vantaggio adattativo e sarebbero in grado di diffondersi rapidamente nella popolazione. Forse questo scenario richiama al lettore una situazione non del tutto sconosciuta.

L'unica, magra perché scontata, consolazione che possiamo trarre da queste considerazioni riguarda l'ennesima conferma delle lucide intuizioni di Charles Darwin sul ruolo dei processi selettivi nei fenomeni naturali. La teoria darwiniana mostra ancora tutta la sua potenza esplicativa anche in campi, come la virologia, completamente sconosciuti al suo autore. Centosessantuno anni ben spesi, cara, vecchia teoria dell'evoluzione per selezione naturale!

SOMMARIO

IN PRIMO PIANO

Emergenza ambientale e pandemia <i>di Elena Gagliasso</i>	5
Roba dell'altro mondo <i>di Vincenzo Terreni</i>	10
Valutazione di fine anno pandemico: bocciati in <i>governance</i> <i>di Fabrizio Bianchi</i>	15

RITRATTO DI FAMIGLIA

Sepiolinae <i>di Giambattista Bello</i>	19
--	----

FOCUS: ANIMALI E FILOSOFI

Discendenza (e... discesa) dell'uomo <i>di Maria Turchetto</i>	27
Etologia e filosofia: una possibile intersezione euristica <i>di Silvana Borgognini</i>	30
Mente umana e menti non umane <i>di Marirosa Di Stefano</i>	41
La guerra di Gombe <i>di Fabio Fantini</i>	47

UNO SCATTO ALLA NATURA

Sventagliata estiva <i>di Piero Sagnibene</i>	51
--	----

CONTRIBUTI

Il polpo a sette braccia tra Archeologia e Zoologia <i>di Giambattista Bello</i>	53
La regolazione del microclima nell'alveare <i>di Piero Sagnibene</i>	59
La disputa sul tonno <i>di Aldo Corriero</i>	62

FARE SCUOLA

Insegnare scienze <i>di Paolo Guidoni</i>	68
Conchiglie per cominciare <i>di Lucia Stelli e Maria Castelli</i>	73

in primo piano

Emergenza ambientale e pandemia*

Elena Gagliasso

Emergenza ambientale e pandemia hanno molti tratti in comune: sono entrambe “invisibili” inizialmente, con “periodi d’incubazione” abbastanza lunghi (settimane nel caso della malattia, decenni in quello della crisi climatica e dell’inquinamento), sono totalmente pervasive perché riguardano ogni zona del pianeta, sono entrambe più letali su popolazioni fragilite. Entrambe, infine, possiamo osservare provocano reazioni di denegazione in parti della società con precisi orientamenti politici e di genere. Reazioni che vanno dalla semplice rimozione a un esplicito negazionismo oscurantista e complottista.

Esiste un nesso tra l’emergenza climatica, l’inquinamento da polveri sottili e l’epidemia Covid-19?

Passato più di un anno dall’inizio della pandemia e nel pieno del suo dispiegarsi sono disponibili ormai indagini sufficientemente corroborate che correlano lo stato dell’ambiente con la diffusione del virus.

L’ultima zoonosi

Ripercorriamo la prima parte della storia che ormai ben conosciamo. Sappiamo che il virus nuovo è derivato per mutazione da quello che viveva endemico nei pipistrelli selvatici di caverne e foreste asiatiche. La mutazione era avvenuta sì, casualmente, ma in concomitanza con l’ininterrotta *erosione delle separazioni delle nicchie della “selvatichezza” con i loro ospiti tradizionali* (ovvero la presenza promiscua di pipistrelli e pangolini in un mercato di animali selvatici, in una megalopoli umana, a Wuhan). Una mutazione che quindi avrebbe potuto eclissarsi o restare silente, nell’autunno del 2019 si è resa evolutivamente interessante. Ha permesso l’adattamento



fonte: <https://www.romadailynews.it/0-copertina/negazionisti-antinegazionisti-guelfi-e-ghibellini-0516897/>

* Una versione più ampia di questo articolo dal titolo “Agenda (e subenda) covidaria in quattro movimenti” è in Monti M, Redi C A(a

cura di), *La vita dopo il/la COVID-19*, IBIS, Pavia, 2020.

in un ambiente nuovo, tutto da esplorare e ben promettente, in cui il virus ha potuto iniziare il suo viaggio intorno al mondo. La sua nuova “nicchia ecologica” si è dispiegata negli spazi di più di sette miliardi di umani tra loro fittamente interconnessi, suoi velocissimi vettori di contagio tra i continenti.

Nel caso della Covid-19, così come in quelli delle epidemie più recenti, tra le ragioni dell’infiltrazione di specie c’è stato dunque l’intensificarsi esponenziale della *trasformazione degli habitat*. E non solo quelli da cui parte l’ultima zoonosi, gli ambienti asiatici, ma l’intera biosfera nella sua vastità. La crescita esponenziale del surriscaldamento atmosferico del pianeta negli ultimi cinquant’anni, definita dall’IPPC¹ *Great Acceleration*, ha avuto infatti effetti dirompenti sugli ecosistemi. Dalle estinzioni di specie a rischio, allo scioglimento del Permafrost, all’intensificarsi di roghi in migliaia di km² di foreste tra Siberia, Australia, USA, Brasile, alla desertificazione del Centro Africa, quello cui si assiste è una *frantumazione degli habitat*, che si combina con il loro degrado per inquinamento. La perdita “dei rifugi”² si collega alla perdita di biodiversità e, unita al surriscaldamento globale, e all’inquinamento in precise aree, aumenta il numero, l’estensione e la virulenza delle epidemie.

La seconda parte della storia, dopo un intero anno di pandemia, consiste nella correlazione oggi verosimile tra inquinamento atmosferico e letalità del Covid-19. Nella prima ondata della primavera molti epidemiologi erano stati esitanti su questa correlazione solamente ipotizzata. Oggi da importanti riviste come ad esempio *Science Advances*, *Environmental and Resource Economics*, *Cardiovascular Research*, dall’università di Harvard a quella di Birmingham arrivano conferme crescenti per dati e modellizzazioni del fatto che l’esposizione a lungo termine al PM 2.5 abbia aumentato i

ricoveri di circa il 10% e i decessi del 15%³.

Se “il costo dello smog” regolarmente uccide in Italia almeno 60 mila persone all’anno, le aree degli allevamenti intensivi, i peggiori inquinatori dei Paesi Bassi, sono state localmente identificate come quelle con la più alta incidenza locale di Covid-19, e sembrano condividere le stesse ragioni del primato da noi la Lombardia e in Cina la regione di Wuhan: regioni fulcro di allevamenti intensivi da macello.

Pandemia, crisi ambientale e emergenza climatica richiedono dunque di essere studiate come ragionevolmente connesse, come cause e insieme circolarmente effetti del medesimo sistema. A tal punto che oggi i climatologi, gli ecologi e gli epidemiologi tracciandone le correlazioni arrivano a interpretare quella in corso come “*pandemia ambientale*”. Emergenza ambientale e pandemia hanno molti tratti in comune: sono entrambe “invisibili” inizialmente, con “periodi d’incubazione” abbastanza lunghi (settimane nel caso della malattia, decenni in quello della crisi climatica e dell’inquinamento), sono totalmente pervasive perché riguardano ogni zona del pianeta, sono entrambe più letali su popolazioni infragilite o sugli anelli più deboli anche nei paesi ricchi, tanto che il nuovo indicatore della “giustizia climatica” si sovrappone alle ingiustizie profonde sul piano della salute. Inoltre entrambe portano a seri cambiamenti delle forme di vita usuali su scala globale, con un impatto dalla portata futura in realtà a noi ignota.

Entrambe, infine, possiamo osservare provocano reazioni di denegazione in parti della società con precisi orientamenti politici e di genere. Reazioni che vanno dalla semplice rimozione o “cecità”⁴, a un esplicito negazionismo oscurantista e complottista.

1. *Integrated Pollution Prevention and Control*, istituito nell’Unione Europea nel 1996.

2. Haraway D, *Staying with the Trouble: Making Kin in the Chthulucene*, Chicago, University of Chicago Press, 2016.

3. A fine ottobre *Cardiovascular Research*, ha comparato i dati mondiali disponibili dall’epidemia della SARS-CoV-1 del 2003 alle prime indagini del Covid-19: l’inquinamento “sembra aver contribuito per il 15% circa

alla mortalità per Covid-19 nel mondo, con un’incidenza media differenziata per area: il 27% in Asia orientale, il 19% in Europa, e il 17% nel Nord America” (Cogliati Dezza V, *C’è rapporto tra polveri sottili*

e Covid. Intanto l’Ue condanna l’Italia, Huffington Post, 10 novembre, 2020).

4. Ghosh A, *La grande cecità. Il cambiamento climatico e l’impensabile*, Roma, Neri Pozza, 2017.

Negazionisti

Tra negazionismi climatici e negazionismi pandemici i tratti in comune *dal punto di vista delle ragioni soggettive* sono rintracciabili nell'area di quelle ferite narcisistiche che detronizzano l'essere umano, anzi l'Uomo (bianco, maschio, proprietario) e generano angoscia. Nel caso del virus, ogni plot complottistico che presenti alla nostra mente una concatenazione causale che riattiva la centralità dell'agire umano (come i famosi virus ingegnerizzati nel laboratorio cinese e rilasciati per errore o volontà, o il diabolico disegno di sotmissione mondiale di un Bill Gates) intercetta il bisogno di *rifuggire dalla contingenza* dell'evoluzione dei viventi, che a partire dal vertice umano coincide con *indifferenza e inessenzialità delle nostre vite sulla Terra*.

Mi sono sentito "offeso e umiliato come cittadino" disse nel luglio del 2020 un noto cantante lirico italiano in uno dei primi convegni di sovranisti negazionisti contro il lockdown. Se il bersaglio esplicito della frase era il governo italiano e le sue restrizioni normative anticontagio, in quegli aggettivi si intravedeva in filigrana il vero colpevole, occulto: un virus con la sua "scandalosa" esistenza, la sua invisibilità, indifferente alle nostre di esistenze, che, mostrando l'"umana inessenzialità, tanto più "umilia e offende" quanto più ci si considera padroni e signori della propria vita.

Se quel negazionismo contro la "dittatura sanitaria" è politicamente trasversale e psicologicamente si attarda su un'onnipotenza definita "puberale"⁵, a fianco della rozzezza di questi no-mask (ivi compresi alcuni potenti della terra, puntualmente contagiati) c'è uno scetticismo colto, filosofico, con sfumature simil-negazioniste. Schiere di intellettuali, post-foucaultiani, difensori della libertà individuale dei soggetti, prefi-

gurano il totalitarismo di una nuova bio-politica che si andrebbe trasformando in immunopolitica, quasi nuova ideologia imposta di una società dell'igiene, fisica e sociale. Paradossalmente nel corso dell'anno gli esiti della posizione "rozza", oscurantista, e di quella "colta" filosofica, hanno finito per convergere. A fronte dell'evidenza della risalita della curva dei contagi e del rinnovarsi di convulse misure di contenimento, i negazionismi hanno rinnovato il loro armamentario insistendo ancor più, soprattutto tra i suprematisti statunitensi e le destre europee, sulle loro versioni "complottistiche".

Il negazionismo dell'emergenza climatica per impatto antropico è in parte simile ma in gran parte diverso. È simile perché affonda nello stesso retroterra sul piano psicologico: le forze naturali che non "rispettano" l'agenda degli uomini richiedono una ricalibratura dell'immaginario autocentrato. Si parlerà allora a lungo di "maltempo estremo" e non di "cambiamento climatico", perché il disagio colpevole prodotto dalle tesi dell'impatto antropico risulta irricevibile. Ma il piano psicologico è solo *una* delle ragioni in questo caso, e l'angoscia è meno palpabile di quella per un attacco pandemico. Inoltre il negazionismo climatico ha servito a lungo interessi di parte. In primis il mondo dei produttori delle energie fossili, dei pesticidi, dei materiali di sintesi e così via⁶, e ciò lo differenzia dal negazionismo pandemico. Nel giro di trent'anni, dall'iniziale 30% di scienziati scettici sulle ragioni antropiche del riscaldamento del pianeta, s'è passati a un residuale 5%⁷. Gli eventi estremi sono diventati incalzanti, i modelli globali, le prospezioni, i monitoraggi e l'autorevolezza dei centri di ricerca, come l'IPPC, hanno evidenziato una crescita di conoscenze ormai incontrovertibili.

Quello climatico è insomma un negazionismo di

5. Recalcati M, *Covid, I negazionisti puberali*, La Repubblica, 10 agosto 2020.

6. Musolino E, Moore JW, Roma, Aracne, 2017; Nebbia G, *La terra brucia*, Milano, Jaka Book, 2020.

7. Galassi S, Modonesi C, *Ecologia dell'antropocene*,

lungo corso e che può essere già studiato in dettaglio. Ad esempio il “Centro di ricerca sul negazionismo climatico” della Chalmers University of Technology di Göteborg esplora da anni i legami tra negazionismo climatico, estrema destra e antifemminismo: per chi non crede al cambiamento climatico non è tanto l’ambiente ad essere in pericolo, quanto un certo tipo di società industriale dominata dalla mascolinità⁸. In mancanza di argomenti scientifici il focus si sposta sui soggetti, e le ricerche che studiano il clima sono sospette poiché “femminilizzate”: il 70% tra ricercatrici, attiviste e leader dell’ambientalismo sono donne, l’idea di “giustizia climatica” (elaborata dall’Organizzazione Internazionale *Elders*, presieduta da Mary Robinson, già alto commissario per i diritti umani delle Nazioni Unite) indica le donne come i soggetti più a rischio in particolare nell’emisfero sud; infine proprio i valori di cura e di protezione delle generazioni future sono percepiti come “cose da donne”. L’emergenza plane-

taria insinua in chi detiene gli intrecci tra finanza e potere la paura di subire un cambiamento di sistema, coinvolge una data tipologia di identità maschili suprematiste e sviluppa misoginia⁹.

Post-Covid Science

Agli antipodi del negazionismo pandemico si è rinnovata però anche l’aspettativa di una scienza “taumaturgica”, con la figura dello scienziato guru, con la fede nella sua onniscienza e richieste di miracolistiche misure risolutive. A questo punto il contatto e rovesciamento complementare tra i due poli estremi è stato facile. Poiché i lenti tempi della ricerca non appagano le urgenze di assicurazione e di controllo, la scienza stessa si può capovolgere in oggetto di sospetto, tanto più se l’urgenza è angosciata e tanto più se l’oggetto è inizialmente (e in parte ancora) sconosciuto.

Eppure proprio in questi lunghi mesi s’è andata dispiegando sotto gli occhi di tutti una sorta di grande dimostrazione o rappresentazione di me-



fonte: https://www.lescienze.it/news/2020/11/17/news/negazionisti_covid-19_coronavirus_vaccini_evoluzione_creazionisti_rifiuto_scienza_polio-4836130/

8. Anshelm J, Hultman M, *A green fatwa? Climate change as a threat to the masculinity of industrial modernity*, Norma. International Journal for Masculinity Studies, 2, 2014.

9. Grasso S, *Chi sono i negazionisti climatici?*, *Filosofem*, 30 settembre 2019.

todo e dialettica scientifica in tempo reale. Nei migliori dibattiti, anche mediatici, la cifra della ricerca s'è mostrata proprio nella cautela del dubbio autocorrettivo, nel suo accettare la verifica dei pari a partire dall'ammissione della sua costante falsificabilità. Ovvero quel metodo rigoroso che la distingue dalle ideologie, dai saperi magici, dalle religioni e da tutti gli altri numerosi paradigmi di assicurazione umana. Un esempio? Proprio nel corso dei mesi, dall'iniziale "certezza di ignoranza" sul virus cresceva via via una messe di conoscenze sempre più transdisciplinari. Nel mentre, in particolare nella nuova epidemiologia ambientale¹⁰, cresceva di consapevolezza una serie di studi sull'"epistemologia dell'incertezza", ed emergevano altresì interessanti riflessioni epistemiche sulla scienza post-normale e la *citizen-science*¹¹.

Fin dall'inizio degli anni novanta l'espressione *Post-Normal Science (PNS)* indicava i legami complessi di *co-produzione* tra i diversi fattori della politica scientifica, cruciali in relazione alla cittadinanza scientifica (la *citizen-science*) "quando i fatti sono incerti, i valori in discussione, la posta in gioco alta e le decisioni urgenti"¹². In questa cornice la filosofia della scienza ha potuto rielaborare anche il rapporto tra le diversità degli stili di ricerca e il metodo standard più classico¹³. Infine, il tema della non-neutralità della scienza – già messo sul tavolo dagli anni sessanta – si è approfondito con l'analisi del ruolo delle politiche della ricerca, il loro incontro con la governance globa-

le, a stretto contatto con l'interlocuzione della società e del sistema finanziario¹⁴. E nei campi che ci riguardano più da vicino, come le tematiche relative all'ambiente e alla salute, tutto ciò è ancor più incisivo. Ne fanno fede l'intera storia di quarant'anni di Protocolli Climatici, fino alla storica proposta di legge europea dell'ottobre 2020 sull'abbattimento di CO₂ del 60% entro il 2030, e l'atto più recente di una politica che è insieme geopolitica e "clima-politica". Ovvero la cancellazione degli accordi di Parigi da parte del negazionista climatico Trump e la immediata promessa del nuovo Presidente Biden di rientrare nel Protocollo climatico siglato da Obama: primo gesto di una nuova fase storica che è un esemplare prodotto di *citizen-science* e di *science policy*. A distanza stellare dalle mitologie dello scienziato guru o, all'opposto, dalle paranoie su una casta tecnocratica che imporrebbe la nuova dittatura immunologica, in questa fase post-normale "l'incertezza non va più nascosta ma assunta", e non si può più "sostituire la risolutezza alla cautela"¹⁵. Insomma durante una pandemia globale che si lega sotterraneamente con l'emergenza climatica c'è un focus problematico ma straordinariamente interessante: l'incertezza dei dati, la drammaticità della posta in gioco, i conflitti di valori e le urgenze decisionali per la salute delle persone e degli ambienti di vita si sono strette ancor più in un nodo che può essere districabile solo con cura estrema e entrando con cautela nei suoi intrecci plurimi. ●

10. Bianchi F, Cori L, Pellizzoni L, *Covid sfida la scienza ad aprirsi alla società*, Scienza in rete, 23 aprile 2020.

11. Walter-Toews D et al, *Pandemie post-normali. Perché Covid 19 richiede un nuovo approccio alla scienza*, Recenti Progressi in Medicina, 4:202-204, 2020.

12. Funtowicz S, Ravetz J, *Science for the post-normal age*, Future, 31:735-755, 1993.

13. Ziman J, *Real Science: What It Is and What It Means*, Cambridge, Cambridge University Press, 2000.

14. Kitcher R, *Science in a democratic society*, Lon-

don, Prometheus Books, 2011; Nowotny H, Scott P, Gibbons M T, *Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*, New York, Polity, 2004; Jasanoff S, Funtowicz S, Benessia A (eds.), *L'innovazione tra utopia e storia*, Torino, Codice, 2013; Gagliasso E, Campanella S, *Epistemologie della sostenibilità: ragionamenti*

e politiche non-standard, Culture e Studi del Sociale, 5(1):19-32, 2020.

15. Angelini A, *La scienza e il suo ambiente. Il confine poroso del discorso scientifico tra epistemologia politica e ontologia dell'attualità*, in Iofrida M (a cura di), *Scienza, tecnica, capitalismo: una prospettiva ecologica*, Modena, Mucchi Editore, 2020.

Roba dell'altro mondo

Atteggiamenti troppo disinvolti o decisamente imprudenti – negazionisti, NOvax, NO-mask, etc. – hanno limitato l'efficacia delle campagne profilattiche. Sottovalutare la presenza di una parte non trascurabile della popolazione arroccata su posizioni negazioniste è un errore grave e pericoloso, così come lo è quello di ignorare o di trattare con sufficienza coloro che non riescono a condurre un ragionamento logico che parta da basi scientifiche solide e verificabili.

Vincenzo Terreni

Le difficoltà non vengono da sole, ci sono sempre circostanze che ne aumentano la portata. Questa pandemia era stata annunciata in molte occasioni e fenomeni simili erano già successi: spillover e zoonosi non sono termini conosciuti per questo caso ed epidemie da coronavirus erano già avvenute, ma non con questa virulenza e mortalità.

Oltre alla comparsa di un nuovo virus si sono verificate circostanze che solo indagini lunghe, delicate e approfondite potranno stabilire con certezza, tali da rallentare gli interventi sanitari aumentando la diffusione e il panico per le difficoltà di ricoveri e di cure adeguate.

In questa occasione il mondo scientifico si è mosso con grande impegno ottenendo risultati giudicati enormemente innovativi ed efficaci con un largo anticipo sui tempi previsti.

Purtroppo atteggiamenti troppo disinvolti o decisamente imprudenti hanno limitato l'efficacia delle campagne profilattiche che, addirittura, in molti Paesi sono iniziate con notevole ritardo. In queste brevi note tenterò di percorrere alcuni eventi più o meno recenti che hanno messo in luce le difficoltà di procedere a terapie o profilassi di sicura efficacia presso una parte sempre più consistente di popolazione che ritiene queste cure non solo inutili, ma addirittura dannose.



Assalto al Parlamento Federale USA

Che disturbanti sensazioni ha provocato in moltissime persone la vista della sede del Parlamento Federale USA prima raggiunta, poi circondata, scalata, invasa e profanata da una moltitudine di persone variopinte recanti bandiere mai viste e urlanti in cori organizzati “Rifacciamo grande l’America”. Come è possibile che sia successa una cosa simile in un Paese in cui la polizia non esita a sparare e uccidere una persona che guidava troppo veloce o che non ha risposto con sufficiente prontezza alle intimazioni? E quante manifestazioni di protesta contro la brutalità della polizia sono state stroncate da una violenza apparsa esagerata e foriera di altri morti nelle ulteriori conseguenti manifestazioni di protesta? I poliziotti e la Guardia Nazionale invece sono apparsi quasi gentili nel consigliare la strada migliore per raggiungere il Parlamento, solo qualche scaramuccia con il manganello quando ormai la strada per entrare nell’emiciclo era spianata e gli occupanti si sono lasciati andare ad ogni forma di spregio per l’edificio e per cosa rappresentava: parlamentari sdraiati sotto i banchi mentre i conquistatori mettevano i piedi sulle loro scrivanie e le proprie bandiere a sventolare sulle statue degli ex Presidenti.

Ancora più sconvolgenti sono state le parole del non più Presidente degli USA che invitata i “patrioti” a conquistare il Parlamento per riacciuffare per altri quattro anni il potere che gli era stato negato da elezioni giudicate, solo da lui, un colossale imbroglio. Poi la cosa si è conclusa con 4 o 5 morti: un bilancio contenuto per la gravità del gesto, neppure paragonabile alle conseguenze di modeste manifestazioni finite nel sangue e nella devastazione. Forse la polizia non è intervenuta per evitare bilanci peggiori come il Parlamento messo a ferro e fuoco: una scelta consapevole per limitare i danni e rendere la situazione meno pericolosa?

Quello che stupisce ancora di più, infine, sono le parole non sbandierate come abitudine, ma quasi sussurrate dal Presidente ormai scaricato, per indicare un dolore personale per la scarsa presenza tra gli invasori del Campidoglio di persone di classi sociali non all’altezza del compito di rovesciare gli equilibri di potere, compito che era stato invece accettato con entusiasmo da ogni altro tipo di aggregazione sociale presente in tutti gli Stati dell’Unione riservando loro l’appellativo di “patriots”.

Sono state contate molte decine di bandiere differenti ciascuna corrispondente a gruppi di diverso peso e diffusione ispirati per lo più a posizioni di destra estrema fondate sul complottismo: quella più conosciuta si richiama all’ideologia QAnon diffusa non solo negli Usa, ma anche in Europa. Insieme a questa si muovono altri assembramenti con una visione sostanzialmente uniforme su tutto ciò che avviene nella società: il potere costituito ha lo scopo di mantenere soggiogato il popolo con qualunque mezzo a disposizione. Quindi non si fidano di niente e ogni iniziativa viene considerata ostile e quindi da contrastare.

Negazionisti, NOvax, NOmask, etc.

Da noi non ci sono tutte quelle sigle che compaiono negli USA, ma ce ne sono molte, molto attive e ben organizzate che hanno mostrato quello che sono capaci di fare se dispongono del sostegno e della spinta anche di alti livelli dello Stato.

Il governo Gentiloni nel 2017 con un decreto reintrodusse l’obbligatorietà della vaccinazione per i bambini da 0 a 6 anni. Il vaccino avrebbe consentito l’immunità a ben 12¹ malattie infantili. Si è trattato di una campagna vaccinale molto impegnativa, perché si sollevarono parecchie proteste da parte dei NOvax ben organizzati e sostenuti da alcuni parlamentari di vario calibro. Tra le varie questioni sollevate ci fu quella relativa proprio ai vaccini polivalenti accusati di provocare l’auto-

1. Difterite, tetano, poliomielite ed epatite B, per morbillo, parotite e rosolia la trivalente MPR, pertosse ed Haemophilus

B, varicella e meningococco B e C.

simo. Una prospettiva terribile che una prevenzione contro diverse malattie gravi, secondo gli antivaccinisti, invece di far del bene condannava i bambini ad un eterno isolamento. A fronte di questi timori i responsabili della Sanità risposero con dati e statistiche che dimostravano che non c'era alcuna relazione tra somministrazione del vaccino e autismo.

Su questo aspetto occorre fermare l'attenzione: da una parte la voce della Scienza, dall'altra quella del convincimento senza solide basi scientifiche o logiche. Il rifiuto costante della vaccinazione da parte di alcuni convinti sostenitori della nocività della profilassi non è mai stato intaccato da ragionamenti e conclusioni su ricerche e sperimentazioni scientificamente controllate. Molti genitori che hanno assunto questa posizione si sono rifiutati di far vaccinare i propri figli. La questione è durata molto tempo con conseguenze che, se non avessero implicazioni di estrema gravità, farebbero sorridere.

Il problema è lo stesso che stiamo affrontando in questo periodo di pandemia: per metterci al riparo dall'infezione occorre raggiungere la cosiddetta "immunità di gregge". Questa condizione si ottiene quando, grazie all'azione del vaccino, il numero dei protetti è talmente elevato che l'agente infettante non riesce più a trovare qualcuno da infettare e piano piano diviene così rarefatto da non costituire più un pericolo, neanche per coloro per i quali è stato impossibile vaccinarsi. La cosa migliore da fare quindi per evitare le malattie infettive, in presenza dei vaccini necessari, è quella di vaccinare tutti i possibili bersagli vaccinando almeno il 95% della popolazione.

Vaccinazioni di massa

Il caso della poliomielite in Italia è un esempio di cosa può fare un'efficace campagna vaccinale. La campagna iniziò nel 1957 e fu inizialmente consigliata alle persone da 0 a 20 anni. Nel 1960

si raggiunse il picco di casi di poliomielite con 8.000 colpiti. Dal 1964 in poi iniziò la vaccinazione di massa e i casi scesero a 3.000. Nel 1967 la vaccinazione divenne obbligatoria con due trattamenti: uno nel primo anno di vita e un richiamo al terzo. Dal 1982 in poi si registrarono solo casi isolati e d'importazione fino al 2002 anno in cui Italia ed Europa vennero considerate "libere da Polio" dall'Organizzazione Mondiale della Sanità.

Ritornando alla recente vaccinazione polivalente di massa un gruppo consistente di genitori rifiutò di far vaccinare i propri figli, in nome della libertà di scelta. Molti enti locali vietarono ai bambini non vaccinati di iscriversi alla scuola dell'infanzia (non obbligatoria) e alla scuola primaria (obbligatoria). Nel secondo caso si verifica un palese conflitto normativo che permise ai genitori le scappatoie più infantili: "Ho richiesto spiegazioni suppletive al personale sanitario, ma non mi sono state date in modo soddisfacente", "allora fissi il giorno della vaccinazione, altrimenti il bambino non può essere accettato", "l'ho fissato, ma quel giorno era malato ed è rimasto a casa...". Insomma una serie di tira e molla che alla fine ha prodotto maggiori rischi per tutti.

Oltre ai NOvax ci sono i Negazionisti, quelli cioè che sostengono che non esiste un agente infettante, che ogni prova presentata è confutabile perché altri scienziati - "accreditati" da loro - affermano al contrario che i dati sono parziali e inesatti. Ed altre argomentazioni difficili da sostenere utilizzando la logica e la fedeltà alla realtà conclamata. Si possono trovare delle soluzioni che consentano di superare questo permanente stallo nelle dispute di carattere scientifico? Probabilmente no, perché le forze che si fronteggiano hanno modi diversi e inconciliabili di pensare ed agire.

"In Germania, Austria e Svizzera si vestono di bianco e chiamano le loro manifestazioni *Proteste silenziose*. Sono gruppi molto attivi sui social

network e sempre più connessi a livello internazionale. Dal 2019, il numero di account di attivisti contro i vaccini è aumentato di 7,8 milioni, 31 milioni di utenti seguono i gruppi contro i vaccini su Facebook e 17 milioni su YouTube, secondo uno studio del *British center for countering digital hate*².

Medicine “alternative” alla Scienza

In Italia, ma probabilmente anche in altri Paesi, si sono verificati episodi di Medicina alternativa a quella ufficiale che hanno trovato sponde in molti politici e portato il dibattito a livelli assai lontani dalla dialettica civile e costruttiva. Tre esempi: il “siero Bonifacio”, il “caso Di Bella” e “Stamina”. “Il siero Bonifacio era un composto a base di feci e urina di capra che, secondo quanto affermato dal suo ideatore, avrebbe avuto effetti terapeutici per la cura dei tumori, un’asserzione priva di qualsiasi riscontro sperimentale o fondamento scientifico”³. Intorno agli anni ’70, dopo una campagna giornalistica, il Ministero della Sanità concesse una sperimentazione con 16 pazienti di cui 12 rimasero in vita senza alcun miglioramento. Seguirono vicende non esaltanti che dimostrarono l’inefficacia della cura, ma tuttavia rimase attiva la produzione del miscuglio caprino.

“Il cosiddetto metodo Di Bella è una terapia alternativa per il trattamento dei tumori, priva di riscontri scientifici circa i suoi fondamenti e la sua efficacia. Ideata dal medico Luigi Di Bella, fra il 1997 e il 1998 fu oggetto di una grande attenzione da parte dei mass media italiani”⁴. Ci son voluti svariati mesi di dialoghi improduttivi e di ricerche che nessun istituto serio voleva fare (perché era chiaro che non avrebbero sortito alcun risultato sensato) e un sacco di soldi per mettere a tacere, temporaneamente, quelli che vedevano in Di Bella e le sue statine il luminaire silenzioso che, senza alcuna sperimentazione degna di questo nome, aveva sconfitto il cancro.

“Il metodo Stamina è un presunto trattamento, privo di validità scientifica, realizzato dal comunicatore pubblicitario Davide Vannoni (1966-2019) e proposto dalla *Stamina Foundation*, un’organizzazione da lui presieduta. Principalmente rivolto alle malattie neurodegenerative, si baserebbe sulla conversione di cellule staminali mesenchimali in neuroni”⁵. Questa volta, siamo nel 2012, ci si mette di mezzo anche la Magistratura. Si trattava di malattie neurodegenerative affrontate mediante inoculazione di cellule staminali. La sperimentazione controllata, avviata dalle pressioni popolari sostenute da parte di alcuni esponenti politici, non portarono a niente. Tuttavia la richiesta del presunto farmaco da parte di alcune famiglie rimise in movimento i giornali, la Magistratura e la politica richiesero una ulteriore sperimentazione che ottenne i seguenti risultati: Umberto Veronesi: “il caso ripercorre il canovaccio delle vicende Bonifacio e Di Bella”, mentre il Premio Nobel per la Medicina Randy Schekman definì “criminale” il metodo Stamina e “ciarlatano” Davide Vannoni.

Non solo in Italia

Questo lo stato delle cose nel nostro Paese, ma non sarebbe giusto arrivare alla conclusione che si tratta di una situazione particolarmente grave, anche gli altri Paesi, non solo gli USA, ma anche i Paesi europei hanno i loro guai con questi gruppi spesso ben organizzati che trovano risonanza ed appoggio in personalità politiche e del mondo dello spettacolo (Grillo in testa agli uni e agli altri). Negli USA lo stesso Presidente ha considerato con leggerezza la pandemia sottovalutandone la portata e mantenendo un atteggiamento quasi di scherno nei confronti della profilassi utilizzata. Quando però è stato colpito dal virus, come molti altri capi di Stato, non ha esitato a farsi curare con gli anticorpi monoclonali – un trattamento dal costo di circa un milione di dollari – ne è uscito in-

2. <https://www.internazionale.it/reportage/annalisa-camilli/2020/12/17/no-vax-no-mask-europa-chi-sono>

3. https://it.wikipedia.org/wiki/Siero_Bonifacio

4. https://it.wikipedia.org/wiki/Metodo_Di_Bella

5. https://it.wikipedia.org/wiki/Metodo_Stamina

denne e più irridente che mai, mentre l'epidemia per ora ha portato alla morte due milioni di persone. E Bolsonaro non è certo migliore di molti suoi colleghi: i danni che il Covid-19 sta portando al Brasile forse non si conosceranno mai nella loro interezza: nessuno andrà a fare il censimento dei morti nella foresta Amazzonica o di quel che resta di essa. Altri capi di Stato non sono stati da meno e viene da chiedersi come sia stato possibile per questi figurati arrivare democraticamente alla guida di una nazione.

Crescono in fretta e son difficili da controllare: un problema da affrontare con impegno e serietà

Sottovalutare la presenza di una parte non trascurabile della popolazione arroccata su posizioni negazioniste è un errore grave e pericoloso, così come lo è quello di ignorare o di trattare con sufficienza coloro che non riescono a condurre un ragionamento logico che parta da basi scientifiche solide e verificabili.

Per quel che ne sappiamo la presenza di questo "pensiero laterale" (alcuni lo chiamano così) è diffusa in tutto il mondo e coloro che si avvicinano ai gruppi negazionisti sono sempre di più, risultano ottimamente organizzati e promuovono incontri a cui partecipano migliaia di persone. Per quanto riguarda le vaccinazioni, le statistiche collocano attorno al 50% della popolazione coloro che non vogliono vaccinarsi o far vaccinare i figli: questo in Italia, ma nel resto d'Europa ci sono solo oscillazioni attorno a questo valore, non grandi differenze.

Non ci possiamo permettere di considerare i negazionisti un fenomeno folkloristico destinato alla marginalità prima di una spontanea estinzione. Con i moderni mezzi di comunicazione sembra che il fenomeno cresca di dimensioni e, d'altra parte, molti rappresentanti del popolo che si rifanno a queste presunte teorie generatrici di

comportamenti socialmente pericolosi, sono stati eletti in libere elezioni in quantità non trascurabili.

Non resta altro che lavorare perché la formazione culturale dei nostri concittadini sia tale da scongiurare ulteriori peggioramenti della padronanza delle moderne conoscenze tecniche e scientifiche che può altrimenti trasformarsi perfino in una contrapposizione continua a livelli sempre meno sottotraccia con esiti facilmente prevedibili: quello di sconvolgimenti sociali che provocheranno un precipitoso peggioramento della qualità della vita tale da riportarci indietro di secoli. ●

Riferimenti

Rosano A, Pagliarella MC, *Profili socio-culturali nelle differenze di opinione degli italiani sulle vaccinazioni* INAPP Public Policy Innovation 2019
<https://inapp.org/it/Pubblicazioni/WorkingPaper/profili-socio-culturali-nelle-differenze-di-opinione-degli-italiani-sulle-vaccinazioni>

Il manuale del negazionista, Le Scienze
https://www.lescienze.it/news/2020/11/17/news/negazionisti_covid-19_coronavirus_vaccini_evoluzione_creazionisti_rifiuto_scienza_polio-4836130/

USA: chi sono i manifestanti dell'assalto al Campidoglio, pubblicato il 7 gennaio 2021 alle 12:59 in USA e Canada
<https://sicurezzainternazionale.luiss.it/2021/01/07/usa-manifestanti-dell'irruzione-al-campidoglio/>

Lettera da un americano, Heather Cox Richardson
 9 gennaio 2021
<https://heathercoxrichardson.substack.com/p/january-8-2021>

Saverio Tommasi
<https://www.youtube.com/watch?v=5IEKUCODg5c>

Francesca Benevento
https://roma.repubblica.it/cronaca/2021/01/14/news/consigliera_municipale_deliri_no_vax-282455770/

Valutazione di fine anno pandemico: bocciati in *governance*

Fabrizio Bianchi

La *governance* – termine che indica le strutture e le azioni per il processo decisionale collettivo – si è rivelata un punto di debolezza nella vicenda della pandemia. In particolare è apparsa debole la *governance* del rischio, che comprende la valutazione, la gestione e la comunicazione del rischio. Riguardo a quest'ultimo punto, non bisogna mai stancarsi di ribadire, che informare non significa comunicare o in altri termini che oltre la “somministrazione” di messaggi occorre valorizzare ascolto e feedback.

Governance ⟨gá'vnëns⟩ sostantivo ingl. (propr. «modo di governo, conduzione, direzione»), usato in italiano al femminile – A partire dal linguaggio aziendale, in cui indica maniera, stile o sistema di conduzione e di direzione di un'impresa (in particolare nella locuzione sostantivale *corporate governance*, propr. «governo, direzione dell'impresa»), il significato del sostantivo si è rapidamente allargato all'accezione di insieme dei principi, dei modi, delle procedure per la gestione e il governo di società, enti, istituzioni, o fenomeni complessi, dalle rilevanti ricadute sociali.

Dizionario Treccani

Penso che nella vicenda della pandemia quello della *governance* sia stata e sia uno dei maggiori punti di debolezza, forse quello chiave. Nell'ultimo decennio il termine *governance* ha conosciuto crescente popolarità e oggi, su una scala nazionale, *governance* descrive le strutture e le azioni per il processo decisionale collettivo coinvolgendo attori governativi e non governativi¹. Anche nel complesso caso della pandemia le scelte di governo dovrebbero essere un'interazione tra attori governativi e non governativi, istituzioni, forze economiche e sociali, incluse le ONG. Esiste



Ambrogio Lorenzetti, Allegoria del Cattivo Governo, 1338-1339, Sala della Pace, Palazzo Pubblico, Siena.

1. Nye J S, Donahue J (eds.), *Governance in a globalizing world*, Washington, DC, Brookings Institution, 2000.

anche una *governance* a livello globale, incarnata da strutture orizzontali, statali e non statali, che, come l'OMS e l'ONU, predispongono linee di indirizzo o anche decisioni vincolanti senza autorità superiore². Anche queste hanno mostrato limiti nella gestione della pandemia.

Sia a livello nazionale che sovranazionale i soggetti non statali svolgono un ruolo di importanza crescente nella *governance* del sistema, in quanto direttamente investiti dalle decisioni. Di fronte a rischi, di accadimenti causati sia da eventi naturali sia da attività antropiche, e alle decisioni da prendere per governarli la sostanza e i principi fondamentali di *governance* si traducono nella "governance del rischio"³. Non fa eccezione il caso della pandemia, tutt'altro. Secondo l'*International Risk Governance Council* (IRGC) la *governance* del rischio comprende la totalità degli attori, le regole, le convenzioni, i processi e i meccanismi che riguardano il grado di rilevanza del rischio, come le informazioni vengono raccolte, analizzate e comunicate e come sono prese le decisioni gestionali.

La governance del rischio

Le tre componenti fondamentali della *governance* del rischio sono la valutazione, la gestione e la comunicazione del rischio. È abbastanza evidente come il caso della pandemia da SARS-CoV-2 si presenti di difficoltà estrema per l'effettuazione delle tre attività, con una conseguente debolezza se non assenza di una vera e propria *governance*. La *valutazione quantitativa del rischio* (*risk assessment*) è particolarmente ostica a causa delle scarse conoscenze del virus, della storia naturale della malattia correlata e dei tanti fattori associati, ambientali, sociali, psicologici, che rendono Covid-19, patologia infettiva con meccanismo deterministico, esposta alle perturbazioni probabilistiche delle tante interazioni.

La *gestione del rischio* è altrettanto complicata perché a pandemia in corso, su una situazione che andrebbe affrontata in modo sistemico (che non riguarda solo la sanità pubblica) e che è da considerarsi intollerabile, si può agire solo sulla leva della riduzione della vulnerabilità e sulla limitazione dell'esposizione facendo ricorso a misure sociali e individuali pesanti come quelle sperimentate fino ad oggi.

La *comunicazione del rischio* è attività bidirezionale che dovrebbe consentire agli stakeholder e alla società civile di comprendere la razionalità del processo e i risultati della valutazione dei rischi e dei benefici. È la chiave per scelte informate - non solo per i cittadini, ma anche per i decisori, obbligati a tenere conto di *soft issues*, come le speranze e le preoccupazioni dell'opinione pubblica. Anche una valutazione a volo d'uccello permette di intravedere le carenze di comunicazione, spesso monodirezionale e quindi informazione, esposta alle volubilità di corpi della società che hanno propri interessi e propri fini, per perseguire i quali usano gli strumenti del loro mestiere.

E qui veniamo al nodo che almeno a me pare cruciale anche nella fase attuale: i percorsi su richiamati hanno bisogno della partecipazione dei diversi attori sociali, se questa non c'è non viene a mancare il regalo di un invitato ma un pezzo della dote. Infatti, è stato scritto e mostrato empiricamente che la *governance* del rischio per essere efficace richiede adeguate competenze e una diffusa consapevolezza e pertanto la partecipazione di cittadini è diventata un requisito per le politiche ambientali e sanitarie⁴.

La comunicazione del rischio

Questo è tanto più vero quanto le informazioni circolanti sono molteplici, la situazione è critica e incerta, ci sono valori (non solo posizioni) in

2. Wolf, KD, *Contextualizing normative standards for legitimate governance beyond the state*, in Grote JR e Gbikpi B (eds.), *Participatory governance: political and societal implications*, Opladen, Leske und Budrich, 2002:35-50.

3. Renn O, *Risk governance: Coping with uncertainty in a complex world*, London, Earthscan, 2008.

4. Rosa E, Renn O, McCright A, *The risk society revisited: Social theory and governance*, Philadelphia, Temple University Press, 2014.

4. Rosa E, Renn O, McCright A, *The risk society revisited: Social theory and governance*, Philadelphia, Temple University Press, 2014.

conflitto. In queste situazioni, come quella della attuale pandemia, assume rilevanza la capacità di valutare la qualità dei contenuti e delle fonti, di discutere e di comprendere le esigenze dei diversi soggetti interessati e definire ruoli e responsabilità. In questo contesto si capisce anche l'importanza della capacità di «scrutare» la percezione del rischio, perché le credenze, le conoscenze e gli atteggiamenti influenzano non solo le decisioni ma anche i comportamenti e, in modo diretto, l'esposizione delle persone ai rischi⁵.

Fatta la prima basilare distinzione, che non bisogna mai stancarsi di ribadire, che informare non significa comunicare o in altri termini che oltre la “somministrazione” di messaggi occorre valorizzare ascolto e feedback, pare utile aggiungere che la comunicazione non può essere ridotta semplicisticamente a un esercizio di relazioni pubbliche o lasciata alla fase finale della gestione dei rischi, e vada piuttosto considerata come un elemento costitutivo della *governance* dei rischi, che deve accompagnare tutte le fasi con strumenti opportuni. D'altra parte, è piuttosto intuitivo che il distacco della comunicazione dal processo decisionale porti ad una comunicazione del rischio fine a sé stessa o comunque inefficace in termini di gestione delle relazioni e dei conflitti e che questo abbia molte responsabilità nell'inefficacia di molte scelte.

Mi pare che tutto questo sia oggi facilmente osservabile sul campo della pandemia, in cui non c'è traccia di una vera centrale di ascolto e di coinvolgimento degli attori principali che si muovono nella società, il ché ha forti connessioni con la debolezza della *governance* dei rischi collegati alla pandemia ma anche ai rischi e ai benefici della campagna vaccinale ormai in corso, dunque alla *governance* complessiva del sistema. Una campagna che avrebbe bisogno di coinvolgimento attivo dei principali attori per “lavorare” adegua-

tamente sulle incertezze esistenti oltre che sui benefici ottenibili, ma soprattutto per condividere azioni pubbliche di mantenimento di procedure di salvaguardia per un lungo periodo per evitare il perdurare o addirittura l'effetto paradosso di un peggioramento della curva epidemica nella prima lunga fase vaccinale.

Piani pandemici

È questa una situazione simile a quella del piano pandemico, che ha attratto l'attenzione mediatica soprattutto per il suo mancato aggiornamento dopo la versione del 2006, piuttosto che sulla effettiva capacità di *governance*. Da diversi osservatori è stato appropriatamente rilevato come un piano sia costituito da quanto scritto sulla carta e dalle capacità provate, e riprovate, di metterlo in pratica attraverso esercitazioni, verifiche di materiali, metodi e strumenti, capacità di comunicazione adeguata.

Molto di questo era stato oggetto di un progetto europeo i cui risultati erano stati presentati a Venezia nel 2014⁶. Al di là dei giusti rilievi sui mancati aggiornamenti lungo oltre un decennio, credo non sia retorico chiedersi se un piano pandemico più aggiornato avrebbe avuto diverse conseguenze rispetto alla giacenza in cassetti più o meno recondito, o se il problema è appunto di *governance* a partire dagli strumenti che abbiamo e che essendo teorico-empirici crescono a mano a mano che si usano.

Ragionamento simile è applicabile anche in altri ambiti, anche apparentemente distanti, come ad esempio la modalità di stesura del documento *Next Generation* Italia, e di futura gestione del *recovery fund*. L'assenza di una vera cabina di ascolto e rielaborazione di quanto di buono veniva “dal basso” mi pare incontestabile. A fronte di centinaia di documenti elaborati da associazioni, società scientifiche e non, istituzioni pubbliche

5. Cori L, Bianchi F, Cadum E, Anthonj C, *Risk Perception and COVID-19*, Int J Environ Res Public Health, 17(9):3114, 2020.

6. <https://www.zadig.it/progetti/tell-me-comunicazione-progetti-europei/>

e private, sarebbe stata necessaria una camera di compensazione (*Clearinghouse*) per disegnare un futuro diverso da quello che ha prodotto la pandemia.

Concludo con la convinzione, che spero possa essere largamente condivisa, che una “buona” comunicazione di rischio o di crisi può fare molto poco di fronte a carenze di *governance* di massa, dove la soppressione delle controversie sulle incertezze non è possibile ma è possibile la gestione delle incertezze (aleatorie e epistemiche), le controversie e i conflitti che sorgono all’interno di istituzioni di prima linea sono inevitabili e inevitabilmente visibili anche all’esterno. La gestione delle crisi sta diventando sempre più una questione di *governance* del rischio (Renn 2008) piuttosto che una questione di tecnica della comunicazione e la partecipazione attiva, anche nella progettazione, è elemento centrale e non accessorio. Una *smart governance* è necessaria oggi anche per affrontare in modo corretto e utile le obiezioni e i dubbi posti da tanti, anche operatori della sanità, con i corollari pericolosi e delicati per la stessa democrazia, come quello della libertà personali non solo di vaccinarsi ma anche di esprimere le proprie posizioni e le opzioni sulla obbligatorietà. L’insieme ordinato della valutazione quantitativa e qualitativa del rischio, della sua gestione sistemica, e di una comunicazione attiva evoluta (oltre le necessarie FAQ sui vaccini) costituiscono i presupposti per una governance complessiva della pandemia nella prospettiva di un futuro post-pandemico sostenibile. ●



Aa. Vv., *Un vaccino contro il negazionismo*, Editoriale Novanta, 2020, ISBN: 889497751X, pp. 144



Il settimanale *LEFT* raccoglie contributi di autorevoli ricercatori, divulgatori e scienziati per dimostrare che negare la pandemia considerandola solo un’influenza, sottovalutarne le conseguenze senza l’avallo di adeguate conoscenze scientifiche, equivale ad una condotta criminale. Il negazionismo è un virus e diffusissimo negli Usa, alimentato dal mito nazionale del produrre e consumare a tutti i costi, da una storica avversione dei conservatori nordamericani verso i dettami della scienza, e da predicatori di sette evangeliche che hanno sostenuto Trump. Ma c’è forse anche dell’altro: una diffusa e mal intesa idea di libertà personale che si traduce in un rifiuto delle norme (in questo caso sanitarie), infischandosene dei rischi per sé e per gli altri. Su questa stessa linea si è mossa la destra nostrana, oltre al presidente brasiliano Bolsonaro che ancora nell’agosto 2020, di fronte a 6 milioni di casi e oltre 150mila cittadini brasiliani morti parlava del Covid come di una banale influenza. Ma non si può nemmeno negare la responsabilità dei media: quando, ci chiediamo, televisione, radio e giornali smetteranno di commettere l’errore stupido ma frequente di trattare come punti di vista equivalenti chi presenta fatti veri e chi esprime idee strampalate senza alcuna competenza?

“Delegittimare la scienza è un passo verso il potere dell’idiozia” diceva nel 2017 il fisico Carlo Rovelli. E certamente viviamo in un’epoca in cui la scienza, la ricerca ma anche l’istruzione pubblica vengono costantemente delegittimate (e definanziate). È questo il motivo per cui il negazionismo dei no vax o dei no mask attecchisce.

“Complotto, razzismo, annullamento sistematico della verità storica oggi confluiscono nel fiume in piena del negazionismo che, alimentato da soggetti senza scrupoli, rischia di travolgere le deboli difese di popolazioni stremate dal lockdown e dalla crisi economica” scrive lo psichiatra Fagnoli. Oltre a lui e Rovelli, Cattaneo, Garattini, Defanti, Mantovani, Pregliasco, Di Grazia, Fagioli, Homberg, Gatti, Masini e numerosi altri esperti in diverse discipline aiutano in queste pagine a leggere il fenomeno del negazionismo da diversi punti di osservazione, indagandone le radici.

ritratto di famiglia

Sepiolinae Giambattista Bello



Figura 1. Esemplare di *Sepioloidea* di ca. 3 cm di lunghezza, fotografato nel Mar Grande di Taranto (foto: Gianfranco Alemanno)

In questa rubrica, presentiamo un gruppo familiare zoologico per volta, quale esemplificazione della varietà animale. La famiglia è un'unità tassonomica contenente un insieme di specie aventi in comune determinate caratteristiche, frutto dell'evoluzione, che testimoniano l'origine da un unico progenitore. Talora, le famiglie, soprattutto se contengono generi molto diversificati, possono essere suddivise in sottofamiglie. È il caso del "ritratto" dedicato a Sepiolinae, una sottofamiglia di Sepiolidae, taxon che raccoglie cefalopodi di piccole dimensioni.

Il "calamaro" gigante – che, in realtà, è un totano – è di certo ben noto a tutti i lettori come il più grande fra i cefalopodi, potendo raggiungere una lunghezza di 18 m¹. Se dividiamo questa misura per 1000, otteniamo 1,8 cm, che corrisponde alla taglia di alcuni sepiolini, tra i più piccoli membri della classe Cephalopoda. Ben tre ordini di grandezza di differenza tra i cefalopodi più grandi e quelli più piccoli!

Questi splendidi animaletti vivono prevalentemente in acque marine costiere, su fondi mobili con o senza vegetazione (nel Mediterraneo, posidonia e cimodocea). Qui, se ne stanno perlopiù infossati durante le ore di luce, per uscire e andare a caccia di piccole prede nelle ore crepuscolari e notturne.

1. Guerra A, Segonzac M, *Géant des profondeurs*. Versailles, Éditions Quæ, 2014.

La singolarità delle femmine

Le dimensioni minime non solo, tuttavia, l'unica peculiarità di questi animaletti che, nel loro insieme, costituiscono la sottofamiglia Sepiolinae, un sottogruppo della famiglia Sepiolidae. I sepiolini, dal corpo arrotondato fiancheggiato da due nataioie (o pinne) più o meno semicircolari (fig. 1), esibiscono la caratteristica, unica fra tutti i cefalopodi, della presenza nella cavità addominale della femmina della *bursa copulatrix* (borsa copulatrice), una struttura che accoglie l'organo copulatore del maschio, l'ectocotile, e i suoi prodotti sessuali. A proposito del nome latino *bursa copulatrix*, esso si deve ad Adolf Naef (1883-1949), uno dei massimi teutologi in assoluto², che fu anche il primo a descriverla adeguatamente e a capirne la funzione. Naef osservò anche le differenze specie-specifiche, seppur sottili, fra le diverse borse copulatrici³. Il grande scienziato ebbe occasione di studiare solo esemplari mediterranei e atlantici di sepiolini. Solo in tempi recenti, indagando su alcuni sepiolini della regione indo-pacifica, s'è potuto constatare che anche le femmine

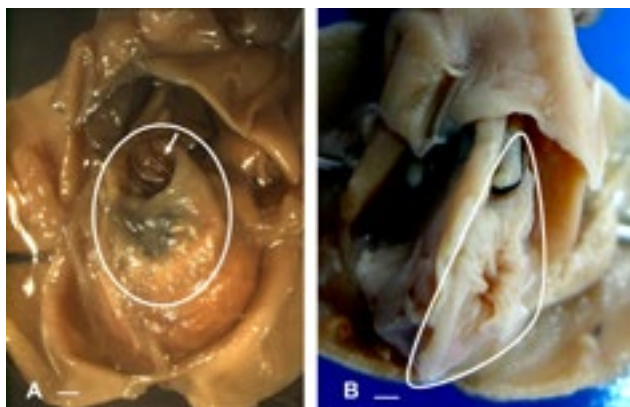


Figura 2. I due tipi di borse copulatrici dei sepiolini, evidenziate da cornicette bianche. **A:** tipo 'chiuso', femmina fecondata di *Lusepiola birostrata*, dall'apertura circolare spuntano le estremità di alcune spermatofore. **B:** tipo 'aperto', femmina vergine di *Sepiola boletzkyi* (foto: G. Bello).

di queste specie sono munite di borsa copulatrice, ma di foggia nettamente diversa dalle specie atlanto-mediterranee⁴. Le borse delle specie orientali sono delle vere sacche a cui si accede attraverso un orifizio circolare (questo tipo di borsa è stato definito 'chiuso'), mentre nelle specie dei nostri mari, la borsa è di tipo 'aperto', poco più di un'area grinzosa priva di un'evidente copertura (fig. 2). A questo punto sorgono le prime domande. Innanzitutto quelle a cui è facile rispondere: che nesso ha la borsa copulatrice con l'apparato riproduttore femminile? Come funziona?

La borsa si è evoluta grazie alla trasformazione della parte terminale dell'ovidutto (il dotto che collega l'ovario all'esterno, attraverso cui transitano gli oociti maturi), tale da accogliere l'ectocotile (un braccio del maschio trasformato in organo copulatore) durante la copula. Il termine copula ci fa prontamente capire che, al contrario di moltissimi organismi marini, la fecondazione nei cefalopodi è interna. Per di più, in questi animali, gli spermatozoi non sono convogliati liberamente dal maschio alla femmina, ma sono prima impacchettati in strutture filiformi, le spermatofore. L'ectocotile, pertanto, trasporta spermatofore alla borsa copulatrice e ve le impianta. Dopo giorni o settimane, dalle spermatofore impiantate fuoriusciranno gli spermatozoi al passaggio degli oociti maturi, fecondandoli.

Passando alle domande più complesse, chiediamoci, come si è originata la borsa copulatrice? Come si è evoluta?

Alla prima domanda rispondo: con tutta probabilità come esattamento della parte terminale dell'ovidutto⁵. Riguardo all'evoluzione della borsa dopo la sua comparsa, la forma nelle diverse specie ci aiuta a capire che, contrariamente a quanto si potrebbe pensare, c'è stato il passaggio da una struttura più complessa ad altre più semplici. Lo stato pleiomorfico (primitivo) della borsa copulatrice è

2. La teutologia è lo studio dei cefalopodi. Naef, svizzero di nascita, svolse le sue indagini fondamentali nella gloriosa Stazione Zoologica di Napoli negli anni 1910-

14; può essere considerato, a buon diritto, il fondatore della teutologia moderna.

3. Naef A, *Die Cephalopoden*, Fauna und Flora des Golfes von Neapel, 35:1-863, 1923.

4. Bello G, *Evolution of the hectocotylus in Sepiolinae (Cephalopoda: Sepiolidae) and description of four new genera*. European Journal of Taxonomy, 655:1-53, 2020.

5. L'esattamento (*exaptation*) è l'evoluzione di un organo o di una parte di esso ad assolvere una nuova funzione (cfr. Gould SJ, Vrba ES, *Exaptation – a missing term*

quello del tipo “chiuso”, mentre le borse di tipo “aperto” rappresentano uno stato apomorfico (derivato). Ciò è evidenziato anche da vestigia della copertura della borsa ancora visibili nella borsa

di tipo aperto di qualche specie. L’esame delle diverse borse copulatrici mostra che queste presentano una maggiore diversificazione nelle specie occidentali, più studiate sotto questo aspetto rispetto a quelle orientali (fig. 3).



Figura 3. Le borse copulatrici di alcune specie di Sepiolinae, nel lato sinistro della cavità addominale. Da sinistra: *Sepioloideus rondeletii*, *Adianaefiola ligulata* (in queste due specie la borsa produce un ceco, indicato dalla freccia, nel lato destro cavità), *Sepioloideus robusta*, *Sepioloideus affinis*, *Sepietta neglecta* e *Sepietta obscura* (da Bello, 1995)⁶.

La varietà dei maschi

Osserviamo ora i maschi, anzi il loro ectocotile, che, nel caso dei sepiolini è il braccio dorsale sinistro (fig. 4), situato cioè nello stesso lato, il sinistro per l’appunto, in cui è situata la borsa copulatrice della femmina.

La reciproca posizione degli organi copulatori dei due sessi determina la modalità di accoppiamento “maschio al collo della femmina” (*male to female neck*, in inglese, una delle tante possibili posizioni del kamasutra cefalopodico), in cui maschio e femmina, coi corpi orientati allo stesso modo, si sistemano col dorso del primo aderente al ventre dell’altra (fig. 5). In tale posizione, l’ectocotile è allineato con la borsa copulatrice, viene retroflesso e inserito nella cavità addominale femminile, dove penetra nella borsa per impiantarvi le spermatofore.

Per i maschi possiamo porci le stesse domande come per le femmine. Come funziona l’ectocotile? Come si è originato? Come si è trasformato nel corso dell’evoluzione?

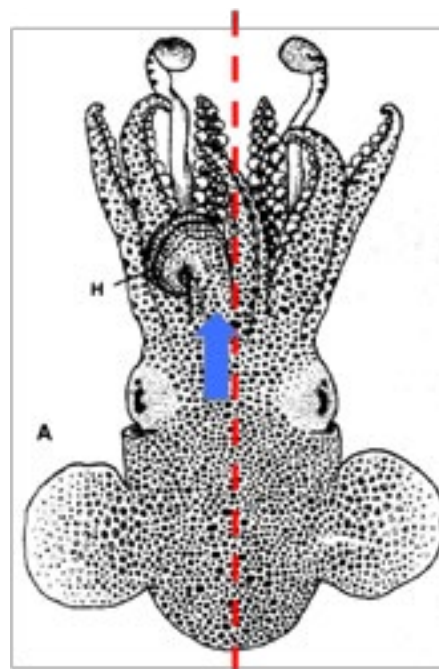


Figura 4. Maschio di *Euprymna tasmanica*; la freccia indica l’ectocotile nel lato sinistro del corpo (da Norman e Lu, 1997, modificato).

in the science of form. Paleobiology, 8:4-15); nella fattispecie, la trasformazione da semplice dotto per il passaggio degli oociti ad organo copulatore. Per in-

ciso, un esattamento a carico degli ovidotti si è manifestato anche in *Ocythoe tuberculata*, in cui questi si sono trasformati in uteri (cfr. Bello G, *Exaptations*

in Argonautoida (Cephalopoda: Coleoidea: Octopoda). Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, 266:85-92, 2012).

6. Bello G, *A key for the identification of the Mediterranean sepiolids (Mollusca: Cephalopoda)*. Bulletin de l’Institut océanographique, Monaco, n° spéc. 16:41-55, 1995.

Va puntualizzato, innanzitutto, che la varietà morfologica degli ectocotili dei sepiolini è molto alta, molto più di quella delle borse copulatrici, anzi la più alta in assoluto tra i cefalopodi, come è stato dimostrato in un recente studio⁷.

Il suo funzionamento è semplice da spiegare. Durante l'accoppiamento, afferra le spermatofore e le inserisce nella femmina (fig. 6).

Riguardo alla sua origine, abbiamo la strada della spiegazione spianata dal fatto che l'ectocotilizzazione di uno o più braccia era una condizione già presente nei cefalopodi ben prima dell'insorgenza dei sepiolini. Anche l'ectocotilizzazione



Figura 6. Accoppiamento in *Sepiolo atlantica*, la femmina è a sinistra; poco sopra dell'occhio del maschio si vede un mazzetto di spermatofore in procinto di essere trasferite nella femmina (foto: Rokus Groeneveld).

è un fenomeno inquadrabile tra gli esattamenti, giacché l'ectocotile si è formato con la modificazione di alcune ventose e, soprattutto, dei loro peduncoli.

Infine, sull'evoluzione del braccio copulatore nell'ambito dei sepiolini, l'enorme varietà mor-

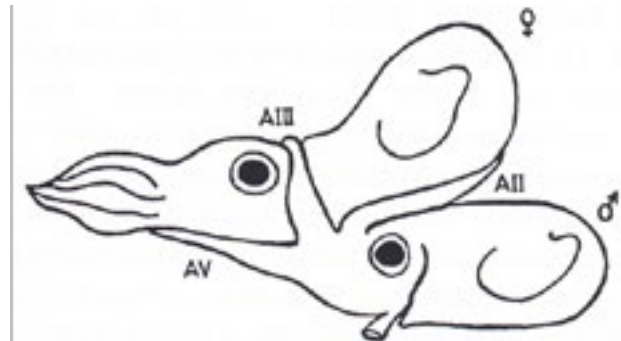


Figura 5. Modalità di accoppiamento nelle specie di *Sepiolo* (disegno di Adrienne Deickert).

fologica a suo carico racconta una storia evolutiva affascinante, che ci ha permesso di seguire passo passo (beh, quasi) la diversificazione tassonomica della sottofamiglia. Tenendo presente la struttura generalizzata dell'ectocotile, possiamo ipotizzare un proto-ectocotile, ovvero una forma ancestrale in cui solo un peduncolo aveva subito trasformazioni, perdendo la ventosa e allungandosi a formare una papilla (fig. 7).

Da questa forma minimale, un'ipotetica plesiomorfia, la morfologia dell'ectocotile ha percorso due strade evolutive diverse. Una conduce al gruppo di specie con le ventose della parte distale

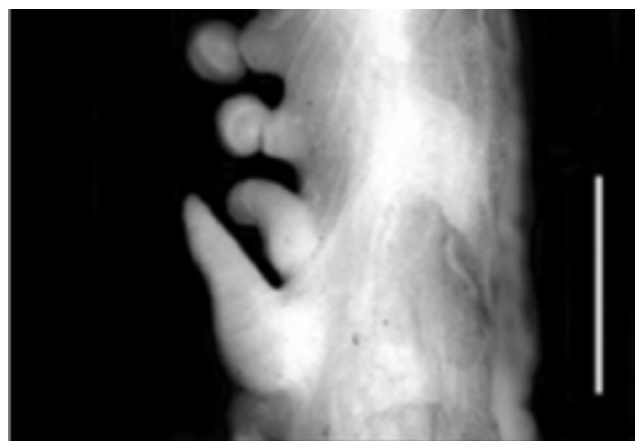


Figura 7. La papilla ectocotilica primigenia di *Eumandya pardalota* (da A. Reid, 2011).

7. Bello, 2020, cit.

modificate a formare “palizzate”, l’altra alle specie in cui è la parte centrale (denominata apparato copulatore) a subire modificazioni sempre più complesse (fig. 8).

Infatti, i peduncoli delle ventose di questa parte subiscono trasformazioni straordinarie, si allungano,

si curvano, prendono la forma di uncini, si appiattiscono, si fondono variamente fra loro. Anche altre ventose del braccio sono coinvolte nell’ectocotilizzazione ingrossandosi e formando creste. Il vertice della complessità dell’apparato copulatore si ha nel genere indo-pacifico *Iniotheuthis* (fig. 9).

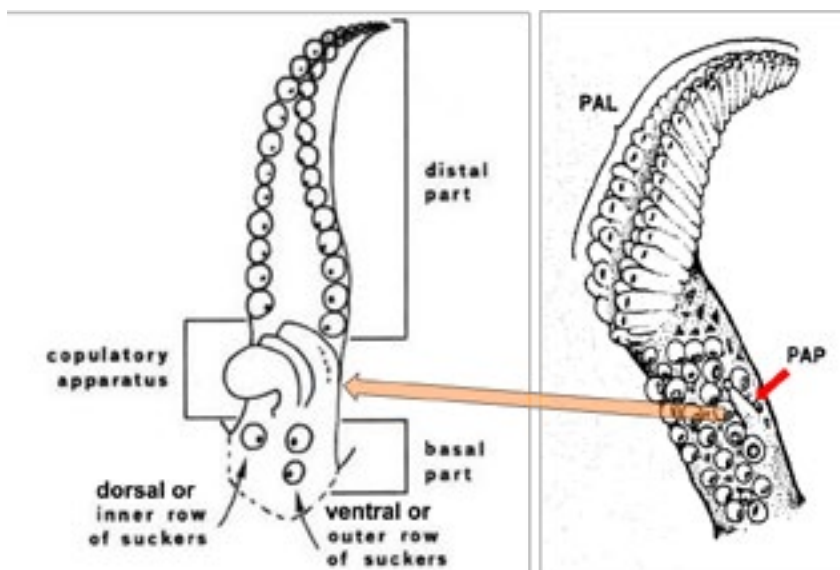


Figura 8. I due tipi fondamentali di ectocotili di Sepiolinae. Dalla papilla (PAP) si è evoluto, per passi successivi, il complesso apparato copulatore (copulatory apparatus) dei generi *Adinaefiola*, *Boletzkyola*, *Iniotheuthis*, *Lusepiola*, *Rondeletiola*, *Sepiola* e *Sepietta*; negli altri due generi, *Eumandya* e *Euprymna*, le ventose dell’estremità dell’ectocotile si sono modificate a formare la ‘palizzata’ (PAL).

Una nuova classificazione

Studiando accuratamente gli ectocotili dei sepiolini⁸, s’è potuto constatare che la suddivisione della sottofamiglia in cinque generi (*Euprymna*, *Iniotheuthis*, *Rondeletiola*, *Sepiola* e *Sepietta*) non era più idonea a descrivere adeguatamente la sua diversità. Infatti, è stata definita una nuova suddivisione fondata su nove generi, i cinque storici più i nuovi *Adinaefiola*, *Boletzkyola*, *Eumandya* e *Lusepiola* (fig. 10).

Va chiarito, comunque, che la nuova classificazione dei sepiolini non è basata solo sulla morfologia dell’ectocotile, ma anche su altre caratteristiche ana-

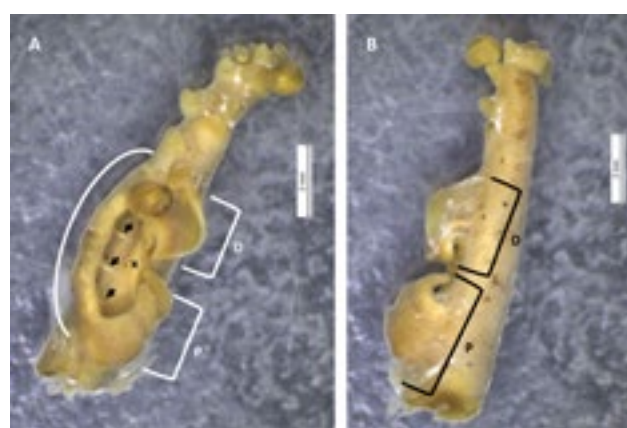


Figura 9. L’ectocotile di *Iniotheuthis japonica* (da Bello, 2020, cit.).

8. Bello, 2020, cit.

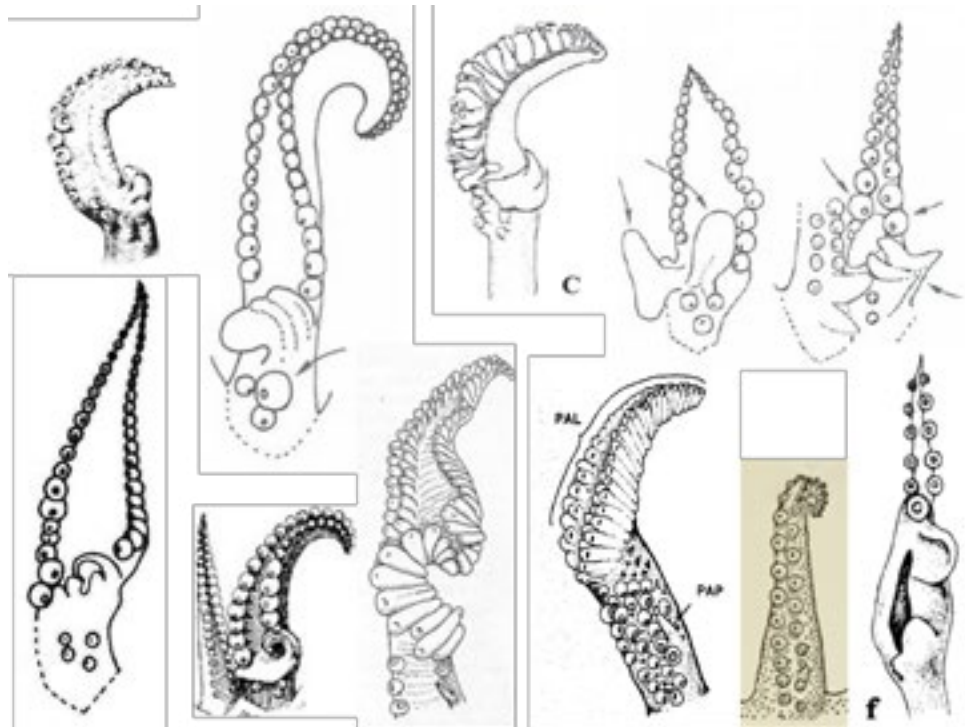


Figura 10. Varietà degli ectocotili di Sepiolineae. Da sinistra in alto: *Boletzkyola*, *Sepiola*, *Lusepiola*, *Adinaefiola* x2; da sinistra in basso: *Sepietta*, *Rondeletiola*, *Euprymna* x2, *Eumandya*, *Inioteuthis*.

tomiche, soprattutto la forma degli organi luminosi viscerali (reniformi o “a fagiolo”, tondeggianti, cuoriforme o assente) (fig. 11) e, ovviamente, quella della borsa copulatrice.

Coevoluzione sessuale

E qui diventa impellente aprire un altro capitolo, quello della coevoluzione degli organi copulatori dei due sessi. È evidente, infatti, una qualche corrispondenza tra tipo di borsa copulatrice e forma dell’ectocotile, segno di una qualche coevoluzione dei due organi. In breve, viste la maggiore complessità e la maggiore varietà degli ectocotili rispetto alle borse copulatrici, si è ipotizzato che sono state le trasformazioni evolutive dell’organo copulatore del maschio a precedere quelle dell’organo femminile, che in qualche misura

vi si è adattato⁹. Ciò sarebbe avvenuto perché il meccanismo dell’accoppiamento nei sepiolini non è rigidamente “a chiave” (*lock-and-key*, in inglese) assoggettato alla sola selezione naturale, bensì dipenderebbe da una combinazione di selezione naturale e sessuale¹⁰. Non conosciamo gli intimi meccanismi genetici che hanno portato alla notevole diversificazione generica e specifica dei sepiolini, con la presenza di molti endemismi. (A tal proposito, ricordiamo che il Mediterraneo è un hot spot della diversità dei sepiolini, con quattro generi e 13 specie, di cui 9 endemiche o quasi-endemiche¹¹). Sappiamo, però, che la particolare predisposizione dei sepiolini a speciare può collegarsi a una serie di fattori anatomici, fisiologici ed ecologici tipici di questa sottofamiglia: piccola taglia, ciclo biologico breve (da pochi

9. Bello, 2020, cit.

10. Brennan PLR, Prum RO, *Mechanisms and evidence of genital coevolution: the roles of natural*

selection, mate choice, and sexual conflict. Cold Spring Harbor Perspectives in Biology, 7: a0177749. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a017749>, 2015.

11. Le ultime due specie mediterranee di sepiolini sono state scoperte pochi anni fa; col termine quasi-endemiche si intendono quelle specie mediterranee presenti anche

poco al di là dello Stretto di Gibilterra: Cfr. Bello G, *The Mediterranean Sepiolidae (Mollusca Cephalopoda) diversity*. Biodiversity Journal, 10(4):389-404, 2019.

mesi a meno di un anno), bassa fecondità (ridotto numero di oociti), uova relativamente grandi che producono neonati bentonici, modo di vita di subadulti e adulti (oltre che dei neonati) prevalentemente bentonico che ne limita la dispersione, ambiente perlopiù litorale con più micronicchie¹² rispetto ai piani più profondi e, naturalmente, la grande varietà morfologica di ectocotili e borse copulatrici.

Distribuzione geografica

I sepiolini si trovano lungo le coste di tutti i continenti, Polinesia compresa, con l'eccezione di quelle americane, nord e sud, orientali e occidentali. Una serie di considerazioni anatomiche e biogeografiche ci induce a credere che i primi sepiolini abbiano avuto origine in quella zona, fucina di biodiversità, a cavallo tra gli oceani Indiano e Pacifico. A seguito dell'importante evento vicariante della chiusura del Mar di Tetide, le popolazioni occidentali (le attuali atlanto-mediterranee) furono separate da quelle orientali e costituirono un centro di origine secondario, lo hot spot più

cospicuo in quanto a biodiversità, con 16 specie¹³. Al momento sono conosciute ufficialmente 35 specie di sepiolini; sappiamo però che diverse altre sono state scoperte e sono in fase di studio.

Riflessione conclusiva

A margine dell'argomento della diversità dei sepiolini, che coincide ampiamente con la diversità dell'organo copulatore maschile, l'ectocotile, riprendo una riflessione avanzata da Ah-King *et al.*¹⁴: la tendenza a studiare maggiormente i genitali maschili degli animali – come è dimostrato dalla netta preponderanza delle pubblicazioni sulla morfologia maschile piuttosto che su quella femminile – può ritardare la comprensione dell'evoluzione dei genitali femminili. Cosa che, almeno in parte, è accaduta nello studio dei sepiolini. Ma vi stiamo ponendo rimedio... ●

Ringraziamenti:

Sono grato ad Adrienne Deickert, Gianfranco Alemanno e Rokus Groeneveld per la concessione dell'uso delle loro opere grafiche.

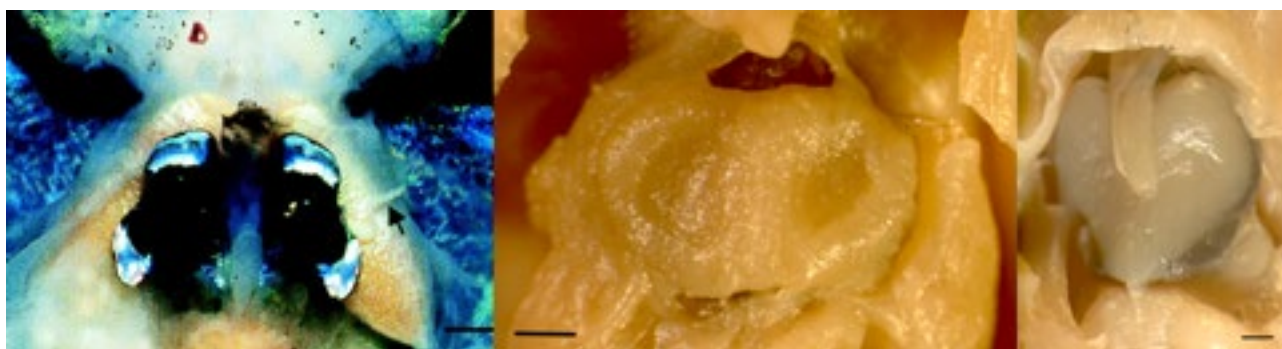


Figura 11. Organi luminosi viscerali di Sepiolinae. Da sinistra: coppia di organi reniformi di *Euprymna scolopes* (tipici dei generi *Adinaefiola*, *Eumandya*, *Euprymna*, *Lusepiola* e *Sepiola*), organo ovalare di *Rondeletiola minor*, organo cuoriforme di *Boletzkyola knudseni*. Nei generi *Iniotheuthis* e *Sepietta*, non ci sono organi luminosi (foto di sinistra: da Visick e McFall-Ngai, 2000; foto del centro e di destra: da Bello, 2020, cit.).

12. In proposito, è opportuno citare il sempre attuale lavoro di Hutchinson G E, 1959, *Homage to Santa Rosalia or Why there are so many kinds of animals?* The American Naturalist, 93:145-159.

13. Bello, 2019, cit.; Rosa R, Pissarra V, Borges F O, Xavier J, Gleadall I G, Golikov A, Bello G, Morais L, Lishchenko F, Roura A, Judkins H, Ibáñez C M, Piatkowski U, Vecchione M,

Villanueva R, *Global Patterns of Species Richness in Coastal Cephalopods*. Frontiers in Marine Science, 6:469; doi: 10.3389/fmars.2019.00469. 2019.

14. Ah-King M, Barron A B, Herberstein M E, *Genital evolution: why are females still understudied?* PLOS Biology, 12(5): e1001851, <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001851>, 2014.

Baptiste Morizot
Sulla pista animale
Nottetempo, Milano 2018



Docente di filosofia all'università di Aix en Provence, in questo libro mostra e analizza la propria centrale attività di ricerca. Che consiste nella pratica del tracciamento, ripresa dal tradizionale metodo di "caccia di persistenza" usato dai Boscimani del Kalahari, ma anche dai cacciatori dell'estremo nord in Canada e da quelli del Kirghizistan. Ma il suo obiettivo è lontanissimo dalla caccia: con un suo gruppo di lavoro (di cui a volte fanno parte anche la sua compagna, la sorella e amici vari, oltre a esperti dei luoghi), Morizot segue le tracce degli animali (l'orso, i lupi, la pantera delle nevi...) addentrandosi nel mondo interiore dell'animale tracciato. Dalle orme ricostruisce di che si tratta: adulto o cucciolo? Maschio o femmina? Dimensioni? Corre, o cammina rilassato? O stanco? È in fuga, o rincorre una preda? O torna alla tana? I bisogni presumibili che motivano il cammino, le risposte possibili nell'ambiente condiviso dal tracciatore e dal tracciato, emergono da questa ricerca.

In un racconto coinvolgente ed efficace, Morizot ci accompagna in alcune avventure in ambienti molto diversi. Non necessariamente il tracciamento si conclude con un incontro: della pantera asiatica che vive in alta montagna, dopo settimane di pedinamento, riuscirà a vedere solo qualche ciuffetto di peli rimasti dal gesto di marcare il territorio strofinandosi contro la parete rocciosa. La bellissima vicenda dei lupi, che prosegue, a puntate, per due o tre anni, si avvia con un percorso strano: orme di un lupo adulto e di uno molto giovane costeggiano un fiume in una valle dell'Haut-Var. È estate, il momento in cui i lupacchiotti escono dalla tana; le tracce indicano la presenza di un gruppetto di lupi, probabilmente attorno ai piccoli che a breve diventeranno parte attiva del branco. Le piste dovrebbero attraversare il fiume; invece lo costeggiano fino a un punto in cui le orme dell'adulto entrano nel fiume, su strati argillosi fino dentro l'acqua, e poi tornano indietro. Pernottando lungo il fiume, Morizot e compagni vedono di notte la luminescenza di gamberi di fiume nell'acqua bassa, e formulano un'ipotesi poco probabile: che i lupi stiano pescando? O addirittura: che l'adulto stia "insegnando" al piccolo a catturare i gamberi? La conferma arriva quando, un paio d'anni dopo, i tracciatori ritrovano nello stesso luogo le impronte dei lupi, e risalendo dal fiume, trovano escrementi di lupo che contengono, oltre a peli di pecora, abbondanti tracce di chitina. È questo il tipo di successo che si aspetta questo singolare "tracciatore speculativo". Dietro e dentro le esperienze avventurose dell'"inforestarsi" c'è un'ipotesi teorica, in cui si incrociano competenze antropologiche (specie da Liebenberg, studioso dei Boscimani),

etologiche (Temple Grandin, singolare figura di studiosa che mette a frutto la propria esperienza di persona sospesa tra la sindrome di Asperger e forme più gravi di autismo) e riflessioni sulla comprensione in chiave evolutiva dei modelli di ragionamento umano. (Pierce, Ian Hacking). Induzione, abduzione e deduzione sarebbero derivati, per esattezza (Gould) dalle attitudini sviluppate dai cacciatori quando, in seguito a cambiamenti climatici e migrazioni, "un primate prevalentemente frugivoro dentro la foresta africana" diventa "onnivoro, a dominante carnivora, nella savana" (cap 6). Come frugivoro, il nostro antenato aveva sviluppato prevalentemente la vista, a scapito dell'olfatto; se il suo cibo principale diventa la carne degli ungulati, la pressione selettiva porterà a compensare la debolezza del fiuto con la capacità di inseguire la preda per lunghissime distanze, fino a stancarla, approfittando del fatto che l'ominide con scarso pelame smaltisce il calore e il sudore assai meglio del più veloce cudù, e quindi resiste di più. Ma la preda non resterà sempre in vista, è più veloce: il cacciatore dovrà compensare i suoi handicap sviluppando una sorta di "visione dell'invisibile": immaginando e facendo ipotesi sui percorsi e sulle "intenzioni" dell'animale che sta braccando, quando lo perde di vista. Ipotesi socialmente confrontate nel gruppo di cacciatori. E qui si connette addirittura alle ipotesi di Marcel Detienne sull'origine dialogica della vita sociale e politica (ma ovviamente l'antica Grecia della polis è, per Morizot, un passato troppo recente, che suppone una lunga preistoria).

Questa congerie di ipotesi, affascinanti ma forse un po' troppo polivalenti per convincere del tutto, è strettamente legata a una passione centrale di Morizot, una passione da ecologista-animalista che cerca, nell'immedesimazione quasi sciamanica del tracciatore con l'animale di cui segue le tracce, di impostare un diverso rapporto con il mondo vivente (animali, ma anche piante, fiumi, tipi di terreno). Immagina una sorta di diplomazia che possa rifondare la convivenza pacifica tra esseri umani e mondo, che parte dal pieno riconoscimento del fatto che noi, del mondo vivente, siamo parte, prima di esserne osservatori. Anche del termine "natura" diffida, perché implica già un'oggettivazione del mondo esterno che ritiene fonte di equivoci conoscitivi.

Non vorrei dare un'idea troppo fantasiosa di Morizot, come emerge da questo libro: non è un fanatico dell'esotismo (oltre a lupi e pantere, studia con identica attenzione i lombrichi che vivono nel compost a casa sua); non è nemmeno un nostalgico del buon tempo antico: nel suo lavoro utilizza ampiamente strumenti telematici come le video-trappole, che lascia sui percorsi identificati nel lavoro sul campo e recupera successivamente, per conferme o smentite delle ipotesi scaturite dall'osservazione. Strumenti che aggiungono al lavoro di ricerca il vantaggio di monitorare alcune specie a rischio, e che hanno consentito di rintracciare e supportare individui in difficoltà, rimasti isolati dopo frane, inondazioni e simili.

Probabilmente la spregiudicata contaminazione tra discipline, tra intenti pratici e teorie generali, che lascia un po' perplessi quelli che, come me, hanno acquisito una visione più sistematica (e statica) della conoscenza scientifica è un aspetto di percorsi nuovi della conoscenza, che in effetti le scienze della vita sembrano richiedere. E che forse stanno già contaminando anche procedimenti conoscitivi non direttamente interni alla biologia.

Francesca Civile

focus: animali e filosofi

Discendenza (e... discesa) dell'uomo

Darwin affrontò con cautela la questione della *discendenza* dell'uomo che, sulla base della sua teoria, subiva un'umiliante *discesa* nel regno animale. A differenza dei suoi amici e collaboratori (Lyell, Huxley, Wallace) fu molto coerente nel sostenere la continuità dell'uomo rispetto alla serie animale, non solo dal punto di vista morfologico ma anche sul piano intellettuale e morale.

Maria Turchetto

Quest'anno si celebra il 150° anniversario della pubblicazione dell'opera di Darwin *L'origine dell'uomo*. La traduzione italiana del titolo non rende conto del fatto che Darwin, per parlare dell'uomo, scelse un termine diverso da *Origin: Descent*. E *Descent* significa "discendenza" ma anche "discesa": *discendenza* "da qualche forma inferiore [...], approssimativamente da un quadrumane peloso, con la coda e le orecchie aguzze, probabilmente di abitudini arboree"¹; *discesa* – o caduta clamorosa – nel regno animale, con un posto ben preciso nella serie zoologica tra le scimmie del vecchio mondo. Altro che fatto a immagine di Dio e collocato a un passo dagli angeli! "Una grande mortificazione al nostro ingenuo amor proprio", commentò Freud². E tra i grandi "mortificati" mi piace citare Benedetto Croce che, in un saggio del 1939, scrisse: "l'immagine di fantastiche origini animalesche e meccaniche della umanità [provoca] un senso di sconforto e di depressione e quasi di vergogna a trovarci noi discendenti da quegli antenati e sostanzialmente a loro simili"³.

Certo per Croce, idealista, lo "spirito" – prerogativa umana – contava parecchio. Eppure, come vedremo, anche ben piantati materialisti si preoccuparono di salvare lo spirito, o quanto meno le superiori qualità intellettuali e morali dell'uomo, da questa clamorosa caduta.



1. Darwin C, *L'origine dell'uomo e la selezione sessuale*, Roma, Newton Compton, 2010: 67.

2. Freud S, *Introduzione alla Psicoanalisi*, Roma, Newton Compton, 2014: 123.

3. Croce B, *La natura come storia senza storia da noi scritta*, La Critica, XXXVII:146, 1939.

Probabilmente Darwin si rendeva ben conto dell'impatto che avrebbe avuto la sua teoria proprio sulla questione dell'origine dell'uomo. Sappiamo dai suoi *Taccuini* che aveva un interesse estremo per la questione⁴, ma nell'*Origine delle specie* si limitò a un vago accenno nella penultima pagina⁵. Una cautela tattica, con ogni probabilità, per evitare che la sua teoria venisse travolta da polemiche ideologiche prima di essere scientificamente accreditata.

Ma la polemica scoppiò ugualmente. L'idea che "l'uomo discende dalla scimmia" fece scalpore, suscitando reazioni opposte non solo in ambito scientifico ma anche – anzi, soprattutto – tra il largo pubblico: nei salotti, nelle conferenze, nelle chiese, nella pubblicistica più varia.

Com'è noto, gli "amici di Darwin" – Lyell, Huxley, Wallace – scesero in campo, mentre Darwin ancora taceva, dedicandosi soprattutto alla botanica oltre che alla messa a punto delle successive edizioni de *L'origine delle specie*. Nel 1863 Huxley pubblica *Il posto dell'uomo nella natura*; nello stesso anno Lyell pubblica *Le prove geologiche dell'antichità dell'uomo*; l'anno successivo esce l'articolo di Wallace *L'origine delle razze umane e l'antichità dell'uomo dedotti dalla teoria della selezione naturale*. Tutto questo è noto, ma è forse il caso di soffermarsi sulle diverse posizioni sostenute dagli "amici di Darwin" sulla questione dell'uomo.

Huxley ribadisce la tesi della discendenza scimmiesca dell'uomo con argomenti tratti dall'anatomia comparata e dalla tassonomia.

Lyell rappresenta un caso più interessante: fornisce argomenti antidogmatici (antibiblici) alla teoria darwiniana relativamente ai tempi della storia paleoantropologica, ma non fornisce alcun supporto diretto alla teoria selettiva. L'adotterà pubblicamente solo più tardi. Questa resistenza risale probabilmente alla dura critica che aveva

riservato al trasformismo progressivo di Lamarck, e proprio per la questione dell'uomo: l'idea di un perfezionamento crescente, di un "progresso" dei viventi minacciava la dignità dell'uomo nella misura in cui poneva una continuità tra gli animali e l'uomo.

Posizione interessante, dicevo: perché l'idea del progresso dei viventi – con l'uomo al vertice – rappresenterà a lungo una sorta di consolazione per la mortificazione rappresentata dalla "discesa" dell'uomo nel mondo animale: l'uomo sarà anche un animale, ma è il più evoluto di tutti. Non sarà al di sopra della natura, ma nella natura occupa il gradino più alto. Nella filosofia di Herbert Spencer e ancora di più nella biologia di Haeckel – destinata, come scrive Gould⁶, ad avere una "influenza dilagante" – quest'idea tiene campo.

Ma veniamo alla posizione di Wallace, co-scopritore della teoria dell'evoluzione – quanto meno del principio della selezione naturale. L'articolo del 1864 sull'*Origine delle razze umane* sostiene innanzitutto il monogenismo, ossia l'origine unica delle razze umane – come del resto farà anche Darwin nell'*Origine dell'uomo*, dando importanza in questo senso alla selezione sessuale, che rappresenta la grande novità di quest'opera. Wallace sostiene però anche altre due tesi che interessano Darwin.

La prima è l'idea dell'evoluzione intellettuale dell'uomo che, a partire da un certo livello, sostituisce l'evoluzione morfologica⁷. La seconda è che l'uomo, per le sue "facoltà veramente umane" (*truly human faculties*), rappresenti un "essere a parte" (*a being apart*), degno di un posto *a parte* anche nella tassonomia. La stessa selezione naturale risulta per l'uomo un meccanismo *a parte*, che funziona in modo diverso. L'argomentazione di Wallace è la seguente: in natura l'animale si trova in uno stato di dipendenza individuale

4. In particolare, nei *Notebooks M e N*.

5. "Nel remoto futuro vedo campi aperti a ricerche di gran lunga più importanti. La psicologia poggerà su

nuove fondazioni, ossia sulla necessaria acquisizione di ciascuna capacità e facoltà mentale per gradi successivi. Si farà luce sull'origine dell'uomo e sulla sua storia" (Darwin C, *L'origi-*

ne delle specie per selezione naturale, Roma, Newton Compton, 2004:427).

6. Gould SJ, *Ontogenesi e filogenesi*, Milano, Mimesis, 2013:113 ss.

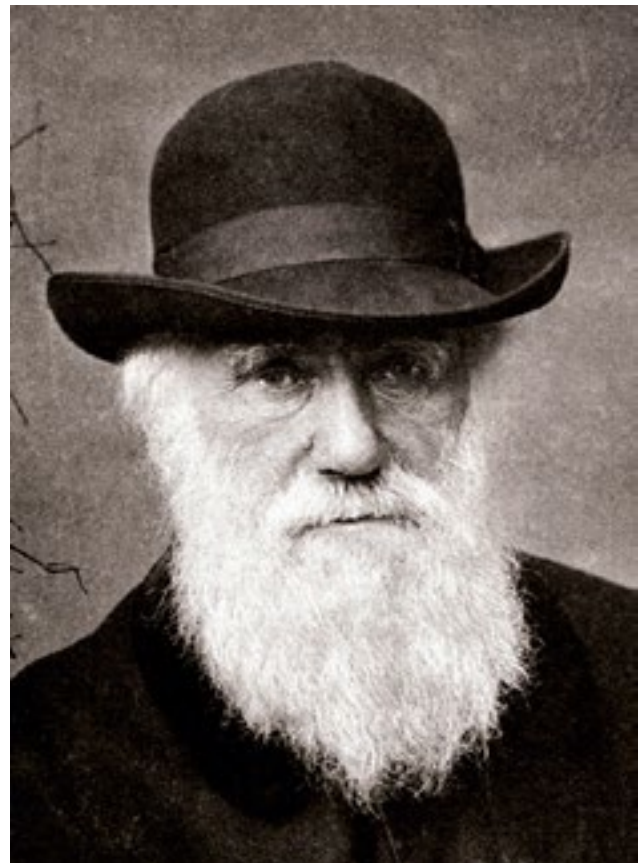
7. Darwin assegna grande importanza a questa tesi, che riassume nel cap. 5 della parte prima de *L'origine dell'uomo*, cit. 111.

dall'ambiente, ogni individuo deve soddisfare da solo le condizioni della propria sopravvivenza. L'uomo, per questo aspetto, è diverso: è "sociale e compassionevole" (*social and sympathetic*), conosce la cooperazione e la divisione del lavoro, lo scambio e la condivisione del cibo, ha in generale qualità intellettuali e morali che gli permettono di tenere sotto controllo la selezione naturale e addirittura di applicarla consapevolmente agli animali. Questa tendenza a rimettere l'uomo al di sopra della natura – o quanto meno "a parte" – prenderà in Wallace una piega decisamente religiosa in un articolo del 1869⁸ in cui sosterrà un'analogia tra l'uomo che ha selezionato metodicamente il cavallo da tiro e un'"Intelligenza Suprema" che avrebbe fatto lo stesso con l'uomo in vista di "un fine più nobile".

La cosa non poteva piacere a Darwin. Secondo Patrick Tort⁹ fu proprio quest'ultimo articolo di Wallace a spingere Darwin a scrivere *L'origine dell'uomo*.

Darwin rifiuta di considerare l'uomo "a parte" rispetto agli altri viventi. Per quanto riguarda le facoltà mentali, in *L'origine dell'uomo* sostiene almeno due volte che "la differenza mentale tra l'uomo e l'animale, per quanto sia grande, è certamente di grado e non di genere"¹⁰. Quanto alle qualità morali, come la cooperazione e l'altruismo, esistono anche in numerose altre specie animali – dalle cure parentali fino alle più complesse organizzazioni di stormi o branchi. L'uomo deriva per ogni aspetto dalla serie animale attraverso un percorso continuo, anche negli aspetti mentali e morali. Anziché pretendersi moralmente superiore, dovrebbe far propria fino in fondo tale continuità per *progredire moralmente*: "Col progredire dell'uomo verso la civiltà e l'unificarsi delle tribù in comunità più ampie, la più semplice ragione dovrebbe dire a ciascun individuo

che egli dovrebbe estendere i suoi istinti sociali e le simpatie a tutti i membri della stessa nazione, anche se a lui personalmente ignoti. Raggiunto questo punto, vi è soltanto una barriera artificiale che gli impedisce di estendere le sue simpatie agli uomini di tutte le nazioni e razze [...]. La simpatia oltre i confini umani, cioè l'umanità verso gli animali inferiori, sembra che sia una delle ultime acquisizioni morali [...]. Questa virtù, una delle più nobili di cui sia provvisto l'uomo, sembra che sorga per caso dalle nostre simpatie, che si vengono sempre più teneramente e ampiamente diffondendo, fino a che si estendono a tutti gli esseri viventi"¹¹. ●



8. Wallace A R, *Sir Charles Lyell on Geological Climates and the Origin of Species*, Quarterly Review, 126:359-394, 1869. Si tratta di una recensione alla 10a edizione dei *Principi di geologia* di Lyell.

La recensione non è firmata ma sarà riconosciuta come sua da Wallace nell'autobiografia.

9. Tort P, *L'antropologia di Darwin*, Roma, Manifestolibri, 2000.

10. Darwin C, *L'origine dell'uomo*, cit. 110.

11. Ivi, 147.

Etologia e filosofia: una possibile intersezione euristica

Silvana Borgognini

La possibile presenza di un comportamento etico in altri animali, assieme al possesso di caratteristiche quali l'autoconsapevolezza, l'empatia, la teoria della mente, o il senso di giustizia, forniscono un terreno d'incontro ideale tra etologi e filosofi, in cui sono già stati prodotti libri e articoli atti a suscitare l'interesse non solo degli studiosi, ma anche del grande pubblico. Vengono qui presentati i dati principali sinora raccolti mediante osservazioni del comportamento degli animali (soprattutto scimmie antropomorfe) in natura o in cattività, o mediante esperimenti controllati eseguiti in condizioni di cattività, concernenti la possibile presenza di una qualche forma di senso etico.

*Colui che comprende il babuino
contribuirà alla metafisica più di Locke.*
C. Darwin, *Taccuino M*, 16 Agosto 1838

Una necessaria premessa

Gli argomenti che saranno trattati offrono dati empirici da analizzare come possibili basi per la costruzione di modelli da validare o falsificare e non intendono rappresentare prove dell'esistenza di *qualia* umani nella mente animale. Devo però precisare che, in quanto biologa evolucionista, ritengo la teoria dell'evoluzione per selezione naturale un paradigma fondamentale nell'interpretazione dei fenomeni che sono oggetto di studio delle moderne scienze biologiche. Perciò assumo che tra il comportamento animale e quello umano vi sia una zona di continuità.



Uno degli argomenti di ricerca attuali nella disciplina di cui mi sono occupata, l'etologia dei Primati, concerne lo studio di comportamenti quali la riconciliazione, la consolazione, la condivisione, che sono stati interpretati come indicatori della presenza di una morale naturale in animali sociali, tra cui le grandi scimmie¹, cani e lupi², delfini³, animali tutti caratterizzati dal possedere un grande cervello.

La possibile presenza di un comportamento etico in altri animali, assieme al possesso di caratteristiche quali l'autoconsapevolezza, l'empatia, la teoria della mente, o il senso di giustizia, forniscono un terreno d'incontro ideale tra etologi e filosofi, in cui sono già stati prodotti libri e articoli atti a suscitare l'interesse non solo degli studiosi, ma anche del grande pubblico. Le ricerche su questi temi comportamentali di rilevanza teorica hanno portato alla nascita di una nuova branca: l'etologia cognitiva, i cui prodotti stimolano discussioni accese tra psicologi ed etologi⁴. Finora non sono state raggiunte conclusioni soddisfacenti per entrambe le parti, ed è proprio questo, a mio avviso, il terreno in cui il contributo della riflessione filosofica, specie della filosofia morale, potrebbe essere determinante.

Nelle pagine che seguono cercherò di riassumere i dati principali sinora raccolti mediante osservazioni del comportamento degli animali (soprattutto scimmie antropomorfe) in natura o in cattività, o mediante esperimenti controllati eseguiti in condizioni di cattività, concernenti la possibile presenza di una qualche forma di senso etico. Parto dal presupposto che il tema dell'etica animale sia legato in un anello di retroazione positiva al tema dell'etica verso gli animali, se non altro nella misura in cui un trattamento immorale rivolto agli animali oggetto di studio può condurre a risultati erronei. Ma si deve anche considera-

re che noi umani abbiamo un precipuo interesse a negare non solo l'esistenza di un'etica animale, ma anche la presenza di forme più o meno elevate di psichismo animale – ciò per cui de Waal ha coniato il neologismo “antropodiniego”⁵, definito come il contrario dell'antropomorfismo – dato che alleviamo, uccidiamo, mangiamo, torturiamo una grande varietà di animali.

I dati che riferirò possono essere raggruppati in due grandi temi: 1) empatia come prerequisito del comportamento morale; 2) gioco sociale come base del comportamento morale.

Empatia nel mondo animale

*Esiste una parola che racchiuda
una ricetta per tutte le circostanze della vita?
Sì, la parola è reciprocità.
(Confucio, dialoghi)*

L'esistenza di forme di reciprocità nel mondo animale è stata documentata in moltissime specie sociali, si possono citare ad esempio casi di nutrizione reciproca tra adulti (ratti, pipistrelli vampiri), casi di pulizia reciproca della pelliccia (scimmie in generale). Queste forme di scambio di favori si verificano in animali sociali che vivono in gruppi stabili, all'interno dei quali la probabilità che i favori elargiti siano ricambiati è molto elevata. La reciprocità necessita che siano presenti alcune funzioni psichiche, quali la memoria, la capacità di percepire bisogni altrui, ma anche qualità fisiche, come la possibilità di investire energie in attività non immediatamente remunerative. La capacità di percepire bisogni altrui rientra nell'ambito di ciò che chiamiamo empatia, categoria comportamentale che presenta diversi gradi di sviluppo di cui in etologia si danno le seguenti definizioni operative:

1. de Waal F B M, *Naturalmente buoni: il bene e il male nell'uomo e in altri animali*, Milano, Garzanti, 1997.

2. Bekoff M e Pierce J (2009) *Wild justice*, Chicago, The University of Chicago Press, 2009.

3. Samuels A e Flaherty C, *Peaceful conflict resolution in the sea?* in Aureli F e de Waal F B M (eds), *Natural conflict resolution*, Berkeley, University of California Press, 2000: 229-231.

4. Bekoff M e Allen C, *Cognitive ethology. Slayers, skeptics, and proponents in* Mitchell R W, Thompson N, Miles L (eds), *Anthropomorphism, anecdotes, and animals. The emperor's new clothes?* Albany, Suny Press, 1997:313-334.

5. de Waal F B M, *Anthropomorphism and anthropodenial: Consistency in our thinking about humans and other animals*, *Philosophical Topics*, 27:255-280, 1999.

1. *Contagio emozionale*, ossia l'identificazione con lo stato emozionale dell'altro, presente in moltissimi animali⁶ e ben nota anche nei neonati umani (pianti collettivi nelle nursery). Nel contagio, lo stato emozionale dell'osservatore (soggetto) è un diretto risultato della percezione dello stato emozionale di un altro (oggetto), per cui l'emozione si diffonde da un individuo all'altro e si viene a creare una condizione di uguagliamento tra soggetto e oggetto (*state matching*). Non vi è distinzione fra soggetto e oggetto, e non vi è possibilità che si manifesti un comportamento di aiuto.

2. *Empatia vera*, che prevede un'accurata percezione dello stato emozionale dell'altro, nonché una distinzione fra soggetto e oggetto. In questo caso si può assistere ad azioni di aiuto o soccorso, la cui probabilità di manifestarsi cresce con la familiarità e/o la somiglianza fra soggetto e oggetto. L'empatia vera, definibile come fenomeno di condivisione di una condizione, è presente solo in animali molto encefalizzati⁷, come elefanti⁸ delfini⁹, scimmie antropomorfe¹⁰.

3. *Empatia cognitiva*, che presuppone la capacità del soggetto di immedesimarsi nell'oggetto, di cui viene compreso lo stato emozionale attraverso processi cognitivi. L'oggetto viene percepito, compreso e per conseguenza aiutato. Anche in questo caso è più probabile che l'aiuto mirato venga rivolto a familiari o affini. L'empatia cognitiva è presente forse solo nelle antropomorfe. In etologia si usano come sinonimi di empatia cognitiva termini quali "presa di prospettiva" (*perspective taking*).

Altri termini usati in etologia nel contesto di interazioni affiliative¹¹ di tipo empatico sono:

4. *Compassione*, che si riferisce alla percezione, da parte del soggetto, di stati di dolore o di angoscia dell'oggetto, senza che vi sia una risposta emozionale di uguagliamento e senza che avvenga necessariamente un intervento di soccorso, il cui verificarsi dipende dal bilancio costi/benefici della situazione. In passato il termine "compassione" veniva usato come sinonimo di empatia.

5. *Comportamenti prosociali*, ossia azioni intraprese per ridurre il disagio di un altro individuo. In questo caso possono mancare sia la distinzione fra soggetto e oggetto, sia la condizione di uguagliamento. I sinonimi di comportamento prosociale sono soccorso e aiuto.

Tutte le definizioni di cui sopra portano a ragionare su una categoria di comportamento più vasta, cioè la presenza, nel mondo animale, di ciò che nell'uomo si chiama *altruismo*. La definizione operativa di altruismo in etologia è la seguente: insieme di comportamenti sociali che risultino di utilità ad altri, a discapito di chi li pone in atto. Nel quadro della selezione naturale, l'utilità consiste in un aumento della probabilità di sopravvivenza e/o di riproduzione, vale a dire nell'aumento della *fitness* altrui. Il termine *fitness* (o valore adattativo, o efficacia riproduttiva) si riferisce al contributo medio di un individuo alle future generazioni, ossia alla sua speranza di avere una prole feconda.

Le forme di altruismo presenti nel mondo animale sono svariate, e comprendono i comportamenti parentali (allevamento e cure della prole), i com-

6. Harfield E, Cacioppo J T, Rapson R L, (1993) *Emotional contagion* in Current Directions in Psychological Science, 2:96-99, 1993; Preston S D e de Waal F B M, *The communication of emotions and the possibility of empathy in animals* in Post S G, Underwood L G, Schloss J J P, Hurlbut W B (eds.), *Altruistic love: Science, philosophy, and religion in dialogue*, Oxford, Oxford University Press, 2002:284-308.

7. Il termine "encefalizzazione" si riferisce al rapporto fra massa del cervello e massa del corpo: quanto più questo rapporto è elevato, tanto più l'animale può avere forme di psichismo complesso, perché la massa cerebrale diviene maggiore della quantità ottimale che serve a gestire le funzioni vitali primarie.

8. Moss C, *Elephant memories: Thirteen years in the life of an elephant family*,

New York, Fawcett Columbine, 1988.

9. Caldwell M C e Caldwell D K, *Epimeletic (care-giving) behavior in cetacean* in Norris K S (ed.), *Whales, dolphins and porpoises*, Berkeley, University of California Press, 1966:755-789.

10. de Waal F B M, *Naturalmente buoni*, cit.

11. I comportamenti sociali si dividono in due cate-

rie: *agonistici*, quando ci si avvicina per contendere (il termine "comportamenti agonistici" sostituisce, nei moderni studi etologici, l'ormai abusato termine "aggressività"); *affiliativi*, quando ci si avvicina per scambiare gesti "affettuosi" che nelle scimmie e, soprattutto nelle antropomorfe, sono molto simili a quelli umani (ad es. carezze, baci, abbracci, pacche sulle spalle, ecc.).

portamenti di sentinella e di difesa del gruppo di appartenenza, la condivisione delle risorse. La presenza di comportamenti altruistici sembra in contrasto con l'istinto di conservazione, secondo cui l'egoismo sarebbe un meccanismo primario della selezione naturale, ma la contraddizione, solo apparente, è stata risolta dagli studi di genetica di popolazione, in cui sono emersi due meccanismi che ampliano e precisano il concetto di selezione naturale darwiniana. Il primo è la *selezione di parentela*¹², osservata inizialmente negli insetti sociali, ma estesa poi a tutti gli animali a riproduzione sessuata. La selezione di parentela prevede il concetto di *fitness inclusiva*, ossia il fatto che il patrimonio genetico di un individuo è condiviso in parti più o meno grandi dai suoi parenti (in misura che aumenta al crescere del legame di parentela), perciò si può conservare o addirittura accrescere la propria speranza di prole se si agisce altruisticamente nei confronti di uno o più parenti. Il secondo meccanismo è la *selezione di gruppo*¹³, secondo cui la selezione naturale premia quei gruppi nei quali esistono forme di altruismo reciproco, perché i gruppi sociali che le possiedono hanno maggiori probabilità di sopravvivere rispetto a quelli che non le possiedono.

I maggiori contributi allo studio dell'empatia nel mondo animale originano dalla scoperta, da parte di Frans de Waal e di Angeline van Roosmalen¹⁴, di un comportamento inatteso manifestato dagli scimpanzé della colonia ospitata nel parco-zoo di Arnhem, in Olanda. Il comportamento, che venne etichettato come "riconciliazione", fu osservato

ripetutamente nei momenti che seguivano un conflitto fra due individui, e consisteva in un riavvicinamento dei due ex contendenti, seguito da uno scambio di comportamenti affiliativi. La gestione dei conflitti (*conflict management*) nelle società animali ha grande importanza, in quanto consente di evitare, mediante meccanismi di prevenzione, i danni fisici, che potrebbero provocare vittime, e permette di evitare o di riparare il danno sociale, che potrebbe condurre fino alla disgregazione dei gruppi stessi (si veda la scheda a p. 34).

Sia la riconciliazione, ma soprattutto la mediazione e la consolazione, osservate in seguito sugli stessi animali e poi anche in altri primati, sono comportamenti che indicano la presenza di vera empatia, di empatia cognitiva (io so ciò che tu provi), se non addirittura di una forma di teoria della mente (io so ciò che tu pensi), senza le quali non sarebbe possibile la percezione dello stato emotivo dell'altro e delle sue intenzioni. Secondo molti primatologi, inoltre, questi comportamenti indicherebbero anche la presenza di un senso morale, perché l'intervento di un terzo nell'imminenza o durante un conflitto, oltre ad essere rischioso per chi lo effettua, non potrebbe aver luogo in assenza di una visione di bene e di male, e di una aspettativa di bene sociale. In proposito, Frans de Waal scrive: "Per me la moralità ha a che fare con l' Aiutare o con il non Arrecare danno. Le due A sono interconnesse."

Su primati in cattività sono stati condotti esperimenti che hanno consentito di osservare altri comportamenti che possiamo considerare indicatori della presenza di una morale "naturale"¹⁵.

12. Hamilton W D, *Selection of selfish and altruistic behavior* in Eisenberg J F e Dillon WS (eds), *Man and beast: comparative social behavior*, Washington DC, Smithsonian Institution Press, 1967:59-91.

13. Trivers R L (1971) The evolution of reciprocal altruism. *Quarterly Review of Biology*, 46:35-57, 1971.

14. de Waal F B M e van Roosmalen A, *Reconciliation and consolation among chimpanzees*, *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 5:55-66, 1979.

15. Con il termine morale naturale non s'intende un codice di comportamento rigido, geneticamente determinato, ma un comportamento appreso e quindi in qualche misura dotato di variabilità culturale. L'aggettivo "naturale" si riferisce dunque ai meccanismi della selezione naturale che ne hanno favorito il mantenimento e la diffusione, nonché al fatto che il com-

portamento morale presente negli animali prescinde da regole esplicitamente dettate.

Scheda: IL CONFLITTO NEGLI ANIMALI SOCIALI

Il conflitto negli animali sociali può essere definito come un *conflitto d'interesse*, e si verifica ogni volta che sia presente un oggetto del contendere non condivisibile o difficilmente condivisibile (ad es. un cibo raro, appetibile e monopolizzabile, una femmina in estro, una posizione privilegiata nel territorio, ecc.). Il conflitto di interesse, che è parte inevitabile della vita di gruppo, nasce con la società stessa e può comportare costi elevati. Sono perciò presenti in tutti gli animali sociali sia meccanismi di prevenzione del conflitto, sia meccanismi post-conflittuali di riparazione del danno sociale che ne consegue. I meccanismi di prevenzione comprendono:

- *Ritualizzazione*: forma comportamentale innata basata sui riflessi, presente anche in animali non molto encefalizzati. È una vera reazione stimolo/risposta e prevede una sequenza stereotipata di gesti e/o posture reciproci
- *Tolleranza* (ad es. furto tollerato di cibo)
- *Condivisione* (di cibo, luogo o compagnie): rispetto alla tolleranza richiede un atteggiamento attivo, una partecipazione alla spartizione
- *Evitazione*: da non confondere con la fuga, che si manifesta non prima, ma durante il conflitto. È un comportamento “astuto”, viene eseguito senza che altri se ne accorga, e richiede una forma di empatia cognitiva che presuppone un’immagine mentale di quello che potrebbe accadere se il comportamento di evitazione non venisse effettuato
- *Sottomissione*: consiste nel riconoscimento della prevalenza gerarchica di un potenziale contendente, resa esplicita mediante gesti o posture significanti, quali inchini o presentazioni
- *Mediazione*: comporta l’intervento di un terzo soggetto, che si frappone tra i potenziali contendenti impedendo l’inizio delle ostilità, e prevede un grado elevato di psichismo e di empatia.

I meccanismi di riparazione del danno sociale prodotto dal conflitto comprendono:

- *Riconciliazione*: forma diadica, che può avvenire per iniziativa del vincitore o, più raramente, del perdente; essa produce nei protagonisti emozioni risarcitorie, come pure avviene per le due seguenti
- *Consolazione*: forma triadica, che consiste nell’intervento di un terzo soggetto, che effettua comportamenti affiliativi rivolti al perdente
- *Rabbonimento (appeasement)*, forma triadica, che consiste nell’intervento di un terzo soggetto nei confronti del vincitore.

L’esistenza di così numerosi meccanismi di prevenzione e di riparazione del danno da conflitto fa pensare che la pace sociale sia un bene comune e quanto essa valga sia per il proprio che per l’altrui interesse: un gruppo sociale che non gode di pace interna è infatti a rischio, sia per i guasti che possono derivare dai conflitti interni, sia per la minore efficienza nei confronti dei rischi esterni, quali la competizione intraspecifica e interspecifica e la predazione. Un gruppo instabile, non coeso, in cui regnano le ostilità è infatti fragile, a rischio. La selezione naturale avrà dunque spazzato via tutti i gruppi nei quali i meccanismi di conservazione della pace sociale non esistevano o erano poco efficienti, e oggi si ritiene che tali meccanismi siano addirittura più importanti di quelli di tipo competitivo per la sopravvivenza delle popolazioni, contrariamente al pensiero comune secondo cui essere agguerriti sarebbe importante per salvarsi (*si vis pacem para bellum...*). In natura sembra sia meglio essere cooperativi e socialmente coesi che non essere feroci e competitivi.

Alcuni di questi esperimenti hanno a che fare con il *possedere delle aspettative*, una parte del comportamento animale ancora poco indagata, ma importante ai fini di stabilire la presenza di un senso morale, in quanto il concetto di “dover essere” nell’uomo appartiene all’ambito morale. Al riguardo si possono citare esperimenti in cui a coppie di scimmie venivano assegnati dei compiti, ed in seguito alla corretta esecuzione dei medesimi venivano offerte ricompense proporzionate (per qualità o quantità di cibo) alla difficoltà del compito stesso. Se a due scimmie che avevano eseguito bene il medesimo compito venivano offerte ricompense diverse, l’animale che riceveva la ricompensa “inadeguata” la rifiutava¹⁶. E per una scimmia non è normale rifiutare un’offerta di cibo!

Propongo qui di seguito una lista di comportamenti osservati in diverse specie di primati, ma soprattutto nelle scimmie antropomorfe, che possono servire per valutare la presenza di una forma di morale “naturale” o che ne sono prerequisiti necessari.

1. Capacità di ricordare e di prevedere, ovvero *senso del tempo*, a lungo negato agli animali, ma oggi supportato da numerose osservazioni ed esperimenti che forniscono prove dell’esistenza di memoria episodica, di mappe cognitive, di comportamento deliberato e orientato verso il futuro. Un caso particolarmente interessante è l’osservazione di episodi di vendetta differita nello scimpanzé¹⁷.

2. Presenza di *autoconsapevolezza*, evidenziata dall’autoriconoscimento allo specchio e in fotografie. Anche questa capacità è stata a lungo ritenuta assente negli animali, ma è stata sperimentalmente dimostrata, oltre che nelle grandi scimmie, anche in altre specie, come elefanti,

delfini e pappagalli. Del resto si deve chiedersi come sia possibile vivere senza una forma sia pure elementare di autoconsapevolezza, perché qualunque animale ha bisogno di tenere distinto il suo corpo dal suo ambiente e di avere un senso di “*self agency*”, ovvero di poter controllare le proprie azioni.

3. *Consapevolezza della permanenza dell’oggetto*, ossia comprensione che un oggetto continua ad esistere anche quando non lo si vede, sperimentalmente dimostrata in cattività nello scimpanzé.

4. *Senso di equità*, almeno riguardo alle ricompense (v. sopra), oppure nella spartizione della preda in base al contributo di ciascun individuo nella caccia cooperativa dello scimpanzé¹⁸.

5. Capacità di *inganno deliberato*, come ad es. nel dirottare un rivale mentre si avvicina ad un cibo prelibato, o nel nascondersi al maschio dominante per effettuare un coito non consentito, inibendo al contempo l’emissione della tipica vocalizzazione dell’orgasmo¹⁹.

6. *Capacità di autocontrollo*, come viene ad es. manifestata nel “*self handicapping*” da parte di adulti durante il gioco di lotta con giovani o con individui più deboli e nel “*role reversing*” da parte di dominanti nei confronti dei subordinati durante interazioni di gioco²⁰.

7. *Presenza di comportamenti di incertezza*, indicatori di *metacognizione* (io so di non sapere), come osservata ad es. nelle scimmie rhesus in compiti di ricerca di un cibo nascosto²¹: le scimmie che non avevano avuto alcuna informazione sui possibili nascondigli non iniziavano alcuna ricerca.

8. *Altruismo reciproco*, che si accompagna a forme di simmetria nello scambio di soccorso o favori, ulteriore indicazione di aspettative che denotano un senso di equità.

16. Brosnan S F e de Waal F B M, *Monkeys reject unequal pay*, Nature, 425:297-299, 2003.

17. de Waal F M B e Luttrell L M, *Mechanisms of social reciprocity in three primate species: Symmetrical rela-*

tionship characteristics or cognition? Ethology and Sociobiology 9(2):101-118, 2016.

18. Boesch C, *Cooperative hunting in wild chimpanzees*, Animal Behaviour 48(3):653-667, 1994.

19. Whiten A e Byrne R W, *Tactical deception in primates*, Behavioral and Brain Sciences 11:233-273, 1988.

20. Bekoff M e Pierce J, *Wild justice*, Chicago, The

University of Chicago Press, 2009.

21. Rosati A G e Santos LR, *Spontaneous metacognition in rhesus monkeys*, Psychological Science, 27(9):1181-1191, 2016.

9. Azioni comuni basate su *intenzioni condivise*, come la caccia cooperativa, il pattugliamento del territorio, il comportamento di sentinella-allarme-ricerca di rifugio²².

10. Gestione dei conflitti, con particolare riguardo ai comportamenti di *consolazione*, *rabbonimento* e *mediazione* (vedi scheda a p.), che richiedono empatia cognitiva e comportano investimento elevato. In tutti i comportamenti sopra elencati la presenza di intenzionalità è impossibile da dimostrare almeno quanto la sua assenza. Secondo l'ipotesi di *massima parsimonia cognitiva*²³, non si deve ricorrere a spiegazioni basate sulla presenza di capacità mentali superiori se sono sufficienti capacità inferiori, ma secondo l'ipotesi di *massima parsimonia evolutiva*²⁴, se due specie sono strettamente imparentate dal punto di vista filogenetico, come cani e lupi, o uomini e scimpanzé, molto probabilmente hanno processi mentali simili. Dunque, per non presumere ciò che non si può dimostrare non si deve però escludere ciò che si potrebbe trovare! Inoltre, la semplicità di una spiegazione non è un criterio di verità.

Il gioco nel mondo animale

Animals are morally intelligent
Bekoff e Pierce, *Wild justice*, 2009

Il gioco sociale è un costituente integrante della vita degli animali (vedi scheda a p. 37). Ad esso viene dedicata la gran parte dello scarso tempo libero dall'espletamento delle funzioni vitali primarie, quali spostarsi alla ricerca di risorse, cibarsi, riposare, aver cura del proprio corpo. Tenendo conto del fatto che il bilancio energetico degli animali non può mai "andare in rosso", pena la vita, si comprende come le attività cui essi si dedicano non possano mai essere superflue. Tra le principali funzioni riconosciute del

gioco si possono citare l'apprendimento delle regole sociali e la formazione e il mantenimento dei legami sociali, l'esercizio di abilità mediante pratica in condizioni di sicurezza, la preparazione ad affrontare situazioni impreviste. Recenti ricerche neurobiologiche, inoltre, mostrano che il gioco ha anche effetti sul sistema nervoso centrale, che acquisisce maggiore flessibilità ed accresciuta capacità di apprendimento²⁵, tanto che si è giunti a definire il gioco "cibo per il cervello". Infine, il gioco è divertente e stimola il rilascio di dopamina, neurotrasmettitore legato al piacere e alla ricompensa. In effetti, piacere e ricompensa sono legati a tutte le attività di fondamentale importanza per la sopravvivenza dell'individuo o della specie, quali, ad es., l'assunzione di cibo o l'attività sessuale.

Nel gioco animale esistono regole precise, alcune delle quali sono state osservate in tutti i casi e in tutte le specie sinora studiate, per cui sono ritenute praticamente universali²⁶.

1. Si deve prima di tutto *chiedere di giocare*. Nei canidi, ad es., la richiesta avviene mediante il gesto di inchinarsi e agitare la coda (*play bow*), nelle scimmie antropomorfe viene esibita la caratteristica faccia da gioco (*play face*). La richiesta funge da garanzia che non verrà fatto del male al compagno.

2. Si deve *essere onesti*, cioè non approfittare dello stato di rilassamento del compagno per compiere gesti prevaricatori (ad es. è vietata la monta sessuale). La non osservanza di questa regola comporta un'immediata e vivace reazione dell'altro.

3. Si devono *seguire le regole* del gioco, applicando i meccanismi di *self handicapping* e di *role reversing* (vedi scheda a p. 37) nel caso del gioco di lotta.

4. Si deve *ammettere esplicitamente di avere sbagliato* quando una delle regole è stata violata.

22. de Waal F B M, *Naturalmente buoni*, cit.

23. Morgan C L, *An introduction to comparative psychology*, London, Scott, 1894.

24. de Waal F B M, *Primati e filosofi*, Milano, Garzanti, 2008.

25. Siviy S, *Neurobiological substrates of play behavior: Glimpses into the structure and function of*

mammalian playfulness in Bekoff M e Byers J A (eds), *Animal play: Evolutionary, comparative, and ecological perspectives*, 1998:221-242; Spinka M, Newberry RC, Bekoff M, *Mammalian*

play: Training for the unexpected, The Quarterly Review of Biology, 76:141-168, 2001.

26. Bekoff M e Pierce J A, *Wild justice*, cit.



Scheda: IL GIOCO NEGLI ANIMALI

Il gioco è presente in moltissimi animali (in tutti quelli dotati di sonno R.E.M.), ma è noto soprattutto nei Vertebrati, inclusi uccelli e rettili, ed è particolarmente frequente nei Mammiferi¹. La sua definizione operativa è la seguente: Comportamento apparentemente privo di scopo, caratterizzato da sequenze ripetute e frammentate di gesti e posture tipici di altri ambiti, con movimenti esagerati, e preceduto da specifici moduli o atteggiamenti o segnali vocali di richiesta² (Fagen 1981, Martin e Caro 1985, Pellis e Pellis 1996).

Il gioco può essere solitario o sociale, praticato con il corpo (gioco locomotorio e acrobatico) o con oggetti. È più frequente negli infanti e nei giovani, ma può avvenire anche fra adulti e giovani o fra adulti. Le femmine adulte manifestano tale comportamento con frequenza generalmente maggiore rispetto ai maschi, probabilmente a causa dei rapporti madre-figlio. La frequenza delle interazioni ludiche tende comunque a diminuire al crescere dell'età biologica. I costi energetici del gioco sono elevati, nei cuccioli possono raggiungere il 95% della spesa calorica giornaliera³ (Fagen 1981): possiamo considerare questo valore una sorta di misura indiretta dell'importanza del gioco per gli animali. Il gioco non può aver luogo quando gli animali sono stressati o malati, oppure quando i bisogni fondamentali non sono soddisfatti. La sua frequenza in condizioni di cattività è generalmente maggiore che in natura. Nel gioco si ha un bilanciamento fra cooperazione e competizione. In particolare, nel gioco di lotta si hanno fenomeni quali *selfhandicapping* (inibizione della propria forza per non far male al compagno) e *role reversing* (comportamenti di sottomissione esibiti da dominanti nei confronti dei compagni subordinati).

Le funzioni del gioco possono variare a seconda della specie, dell'età e del sesso, ma in generale possono essere riassunte come segue:

- Acquisizione del senso del limite del proprio corpo e delle proprie forze
- Sviluppo di capacità motorie individuali (allenamento)
- Acquisizione del repertorio comportamentale e comunicativo della specie
- Acquisizione di capacità cognitive e di flessibilità comportamentale
- Acquisizione di rango sociale, inclusa la consapevolezza della propria posizione gerarchica e di quella degli altri (*self assessment* e *social assessment*)
- Contributo alla formazione e al mantenimento della coesione sociale.

Silvana Borgognini

Note:

1. Bekoff M e Byers J A (eds), *Animal play. Evolutionary, comparative, and ecological perspectives*, Cambridge, Cambridge University Press, 1998.

2. Fagen R, *Animal play behavior*, New York, Oxford University Press, 1981; Martin P e Caro T M, *On the functions of play and its role in behavioral development*, *Advances in the Study of Behavior*, 15:59-103, 1985; Pellis S M e Pellis V C, *On knowing it's only play: the role of play signals in play fighting*, *Aggression and Violent Behavior*, 1:249-268, 1996.

3. Fagen R, *Animal play behavior*, cit.

All'ammissione dell'errore segue generalmente il perdono, manifestato mediante comportamenti affiliativi. Il perdono è una delle capacità morali solitamente attribuita all'uomo...

In caso di violazione delle regole, il gioco cessa. Se il giocatore che ha violato una delle regole da 1 a 3 non segue la regola 4, i suoi successivi inviti al gioco non verranno accettati. Se il giocatore viola abitualmente le regole, nessun altro animale accetterà i suoi inviti al gioco, e la reazione del gruppo può giungere sino ad una sorta di "ostracismo" per effetto del quale l'animale "cheater" può essere costretto ad allontanarsi, con conseguenze deleterie perfino per la sua sopravvivenza. Esperimenti di simulazione al computer usando modelli tratti dalla teoria dei giochi mostrano che il comportamento onesto e il rispetto delle regole del gioco rappresentano una "strategia evolutivamente stabile", ossia producono gruppi resistenti all'invasione di strategie alternative.

Il gioco utilizza moduli e sequenze comportamentali tipici di altri ambiti, quali le interazioni agonistiche, antipredatorie, sessuali, che però presentano importanti variazioni rispetto a quando vengono usate in un contesto serio. In particolare:

- I movimenti vengono molto accentuati (esagerazione)
- I pattern vengono eseguiti più e più volte (ripetività)
- Le sequenze non rispettano l'ordine normale e possono essere mescolate e/o interrotte in qualunque punto (disordine e frammentazione).

Ma l'aspetto più interessante dal punto di vista teorico è che il gioco richiede la presenza di un certo grado di *metacomunicazione*: gli animali che stanno giocando devono continuamente segnalare "questo è un gioco", per evitare che l'interazione si trasformi nell'equivalente comportamento serio, con tutti i rischi del caso per i partner

adulti, e per i piccoli con l'ulteriore rischio di interventi punitivi da parte di adulti curatori.

Il gioco è un *comportamento egualitario*, nel quale le asimmetrie di forza fisica o di rango vengono temporaneamente cancellate, e *risponde alla definizione di giustizia* come insieme di regole sociali e di aspettative che neutralizzano le differenze individuali²⁷.

Spunti di discussione

Fra gli studiosi del comportamento animale vi sono due visioni contrapposte a proposito della morale:

1. La moralità è un'innovazione comportamentale di natura culturale, raggiunta solo dalla nostra specie. I nostri progenitori sarebbero dunque divenuti morali per scelta (visione già proposta da T. Hobbes, condivisa da T.H. Huxley, da S. Freud e più recentemente da R. Dawkins).

2. La moralità è una conseguenza diretta degli istinti sociali che abbiamo in comune con altri animali: non è dunque l'effetto di una scelta consapevole, ma il risultato dell'evoluzione del nostro comportamento sociale (visione di D. Hume, già riproposta da C. Darwin, poi sostenuta da E. Westermarck, J. Rawls e più recentemente da F.B.M. de Waal e da M. Bekoff).

Bisogna a mio avviso ricordare che noi umani, come la grande maggioranza delle specie appartenenti all'ordine dei Primati, siamo *specie obbligatoriamente gregarie*, mancando di strutture anatomiche atte alla difesa: siamo nati sociali, abbiamo alle spalle una lunga serie evolutiva di animali divenuti sociali per strategie di sopravvivenza. Sembra perciò che la seconda posizione sia la più parsimoniosa e anche la più logica dal punto di vista evolutivistico.

Se l'egoismo e il male risiedessero nei geni, come ipotizza Dawkins²⁸, essi sarebbero invincibili. E come si spiegherebbero allora gli atti istintivi di

27. Solomon R C, *A passion for justice: Emotions and the origin of the social contract*, New York, Rowman and Littlefield, 1995.

28. Dawkins R, *The selfish gene*, Oxford, Oxford University Press, 1976.

altruismo (anche chi non sa nuotare può tuffarsi per tentare di salvare chi sta per annegare...)? Inoltre il dualismo natura/cultura è fallace, dato che, come afferma Mainardi²⁹, l'uomo è per natura un animale culturale, e per di più la presenza di cultura è stata documentata in diverse specie animali³⁰.

Una risposta convincente alla domanda sulla moralità animale si avrebbe qualora avessimo un accesso diretto alla mente animale, ma in mancanza di comunicazione basata sul linguaggio verbale tale accesso ci è al momento negato. I tentativi effettuati nel secolo scorso di insegnare alle antropomorfe linguaggi non verbali, come il linguaggio dei segni dei sordomuti americani³¹, o linguaggi simbolici artificiali³², non hanno purtroppo aperto una via di comunicazione che consentisse un vero e proprio dialogo fra lo sperimentatore e l'animale, a parte semplici interazioni di richiesta/offerta o domanda/risposta. Nello scimpanzé è chiaramente presente un *linguaggio emozionale* (compassione, ira, risentimento, paura,...) e vi sono evidenze di un *linguaggio cognitivo* (ricordo, previsione, programmazione, strategie,...), che tuttavia è generalmente limitato a interazioni fra conspecifici e finora non è stato utilizzato per la metacomunicazione fra animali e sperimentatori. In molti primati sono state evidenziate forme di segnalazione referenziale, che però, pur indicando una certa capacità di astrazione (posso riferirmi a qualcosa che non è presente), mancano della qualità simbolica e della sintassi aperta proprie del linguaggio articolato simbolico umano. Una nuova prospettiva potrebbe trovarsi nello studio del linguaggio mimico-gestuale dello scimpanzé, che sembra potenzialmente dotato di caratteristiche quali la modulabilità e, forse, la simbolicità, ma finora mancano interpreti accreditati!

Un punto cruciale del dilemma sulla morale naturale è rappresentato dal fatto che si dovrebbe

sempre distinguere chiaramente fra la versione consapevolmente normativa della moralità (che sarebbe propria dell'uomo) e la versione puramente attuativa del comportamento morale (che è presente nel mondo animale).

Un ostacolo potente all'interazione euristica fra etologi e filosofi sul problema morale è costituito dalla prevalenza, in gran parte delle discipline umanistiche, di una visione che parte da Wallace³³ e che de Waal definisce "neocreationista e saltazionista", basata sul concetto di ominazione, secondo la quale noi umani discendiamo da antenati comuni con le scimmie per il corpo, ma non per la mente. Per sostenere questa visione sono stati tracciati molti "Rubiconi", che il progredire delle ricerche antropologiche ha progressivamente demolito, a partire da alcune caratteristiche anatomiche per giungere, valicando l'imitazione vera, la teoria della mente, la fabbricazione e l'uso di utensili, la memoria, fino all'autoconsapevolezza e alla capacità linguistica. Tutte le barriere artificialmente costruite fra l'uomo e gli altri animali sono crollate una dopo l'altra con il progresso delle conoscenze, ma la nostra *hybris* ci induce a crearne sempre di nuove.

Uscendo dal mero ambito della riflessione sulla moralità come prodotto della selezione naturale, altri due campi di ricerca possono fornire un terreno comune d'indagine filosofico-scientifica: la psicologia morale e il più recente settore della neuroetica³⁴, frutto dello sviluppo delle neuroscienze, i cui progressi hanno generato nuove prospettive su grandi problemi concernenti il libero arbitrio, la responsabilità morale, il senso di identità, e posto nuovi quesiti su ciò che sia o meno lecito attuare senza ledere diritti fondamentali dei soggetti, quali ad esempio la libertà di pensiero o la *brain privacy*. ●

29. Mainardi D, *L'animale culturale*, Milano, Rizzoli, 1974.

30. Laland K N e Hoppitt W, *Do animals have culture?* Evolutionary Anthropology, 12(3):150-159, 2003.

31. Patterson F e Linden E, *The education of Koko*, New York, Holt, Rinehart e Winston, 1981.

32. Premack A J e Premack D, *Teaching language to an ape*, Scientific American, 227(4):92-99, 1972.

33. Wallace A R, *Sir Charles Lyell on geological climates and the origin of species*, Quarterly Review, 126:359-394, 1869.

34. Roskies A, *Neuroethics for the new millennium*, Neuron, 35:21-23, 2002.

Frans de Waal
Primati e filosofi. Evoluzione e moralità
 Garzanti, Milano 2008



“*Homo homini lupus* [...] è un antico proverbio latino reso celebre da Thomas Hobbes. Nonostante il principio che lo ispira informi ampi settori del diritto, dell’economia e della scienza della politica, questo proverbio contiene due gravi errori. Innanzitutto, non rende giustizia ai canidi, che sono fra gli animali più gregari e cooperativi del pianeta [...]. Ma, cosa ancor peggiore, il detto nega l’intrinseca natura sociale della nostra specie”.

Così inizia *Primati e filosofi*, contestando le teorie contrattualiste – dal classico Hobbes al più recente Rawls – che danno l’immagine illusoria secondo cui la società è frutto di una decisione razionale presa da creature libere, uguali e intrinsecamente *asociali*, mentre “siamo il risultato di una lunga genealogia di animali gerarchici per i quali la vita di gruppo non è un’opzione, ma una strategia di sopravvivenza”. Il punto di vista contrattualista implica che l’umanità sia diventata *morale* per scelta e tardivamente. L’idea etica che tale punto di vista propone viene definita da Frans de Waal “teoria della patina”: la morale è lo stato più esteriore (e sottile – una patina, appunto) di una natura umana molto cattiva negli strati profondi: “graffia un ‘altruista’ e vedrai sanguinare un ‘ipocrita’”, secondo una battuta del biologo Michael Ghiselin.

Quest’idea era condivisa anche dagli amici e sostenitori di Darwin: da Huxley (*Evolution and Ethics*, 1894) che considerava l’etica umana come una vittoria su un processo evolutivistico intrinsecamente malvagio. E – devo aggiungere – anche da Wallace (*The Origin of Human Races and the Antiquity of Man Deduced from the Theory of “Natural Selection”*, 1864) che considerava l’uomo un

“essere a parte” per le sue qualità mentali e morali. Non così Darwin che “invece di presentare la specie umana come estranea alle leggi della biologia, sottolineava la continuità con gli animali anche all’interno della sfera morale”.

La base evolutiva della morale è l’*empatia*, cioè “la capacità di reagire agli stati di comportamento dei propri simili”, presente nelle diverse specie a vari livelli: dal semplice “contagio emozionale” che non comporta alcuna comprensione, alla “empatia cognitiva” in cui viene valutata la situazione e le ragioni delle emozioni dell’altro, alla “attribuzione” in cui si assume appieno il punto di vista dell’altro. Frans de Waal rappresenta queste diverse forme di empatie sotto forma di “matrioska”, con meccanismi elementari nella “bambolina” più interna e meccanismi e capacità cognitive superiori in quelle più esterne. Su queste basi si sviluppano sentimenti complessi di reciprocità, giustizia, gratitudine, interesse per la comunità che vengono analizzate ed esemplificate nella prima parte del libro.

Seguono tre appendici di grande interesse. La prima, *Antropomorfismo e antropodiniogo*, stigmatizza il canone del rifiuto dell’antropomorfismo praticato soprattutto dal behaviorismo statunitense e spinto fino al punto di negare l’intenzionalità dei comportamenti animali. Il rifiuto a priori dell’idea che esistano caratteristiche comuni a esseri umani e animali – che Frans de Waal definisce “antropodiniogo” – conduce a sottovalutare la vita mentale degli animali. La seconda appendice è dedicata alla *teoria della mente* – termine che si riferisce alla capacità di riconoscere gli stati mentali degli altri – nelle scimmie antropomorfe. Infine un’appendice è dedicata, con grande equilibrio, al tema dei *diritti degli animali*.

La seconda parte del libro comprende gli interventi di alcuni prestigiosi interlocutori – Philip Kitcher, docente di filosofia alla Columbia University; Christine M. Korsgaard, docente di filosofia a Harvard; Stephen Macedo, docente di teoria politica a Harvard; Josiah Ober, docente di Scienze politiche all’Università di Stanford; Peter Singer, docente di filosofia alla Monash University di Melbourne, Robert Wright autore di *Nonzero*, libro di grande successo – e una risposta di Frans de Waal.

Maria Turchetto

Mente umana e menti non umane

Marirosa
Di Stefano

Darwin ritiene che esista una sostanziale *continuità* tra le capacità cognitive espresse dal cervello animale e quelle umane. Alcuni studiosi ritengono tuttavia che nel corso dell'evoluzione si sia verificata una *discontinuità* nello sviluppo delle facoltà mentali tale da differenziare la mente umana da quelle non umane. Il divario riguarderebbe principalmente due facoltà considerate appannaggio esclusivo dell'uomo: il linguaggio e la cosiddetta Teoria della mente, espressione che indica la capacità di attribuire agli altri desideri, intenzioni, conoscenze diverse dalle proprie e di modulare il proprio comportamento in base a questa consapevolezza. In questo articolo si valutano gli studi recenti condotti in questi campi.

Negli studi sulle basi biologiche e l'evoluzione delle funzioni cognitive superiori viene quasi inevitabilmente citata la frase di Darwin che recita "Le differenze mentali fra l'uomo e gli animali superiori, per quanto grandi, sono certamente di grado e non di genere"¹. In altre parole Darwin ritiene che esista una sostanziale *continuità* tra le capacità cognitive espresse dal cervello animale e quelle umane.

Negli ultimi 30 anni questa convinzione è stata suffragata da osservazioni sul campo e da dati sperimentali ottenuti soprattutto nelle grandi scimmie (Pongidi) ma anche nei delfini e in alcuni uccelli. Ma tra i ricercatori l'accordo non è unanime². Una parte degli studiosi di biologia e di psicologia comparata, infatti, sostiene che nel corso dell'evoluzione si sia verificata una *discontinuità* nello sviluppo delle facoltà mentali tale da differenziare la mente umana da quelle non umane. Il divario riguarderebbe principalmente due facoltà considerate appannaggio esclusivo dell'uomo: il linguaggio e la cosiddetta Teoria della mente.



1. Darwin C, *The descent of man*, London, Ed. J. Murray, 1871.

2. Penn D C, Holyoak K J and Povinelli D J, *Darwin's mistake: explaining the discontinuity between human and nonhuman primates*,

Behavioral and Brain Sciences 31:109-130, 2008.

Teoria della mente

Teoria della mente (TOM) è un'espressione che indica la capacità di attribuire agli altri desideri, intenzioni, conoscenze diverse dalle proprie e di modulare il proprio comportamento in base a questa consapevolezza.

Per valutare la presenza e lo sviluppo della TOM nei bambini sono stati elaborati test di difficoltà crescente in cui la comprensione degli stati mentali altrui è in relazione non solo ad un evento specifico ma anche al contesto sociale.

Il più elementare di questi test è quello detto degli Smarties, tipicamente somministrato ai bambini in età prescolare. Gli Smarties sono pasticche di cioccolato contenute in un caratteristico tubo di cartone variamente colorato. Ai bambini viene mostrata una persona che tira fuori gli Smarties dal contenitore e ne mangia alcuni; poi chiude il tubo ed esce dalla stanza. In sua assenza una seconda persona toglie i cioccolatini dalla scatola e li sostituisce con delle matite. Ai bambini viene chiesto cosa ritengono che la prima persona pensi di trovare nel tubo degli Smarties quando rientra nella stanza. La risposta corretta è "i cioccolatini" a indicare che già i bambini piccoli comprendono il pensiero di un altro anche quando questo non è conforme alla realtà. Questa abilità cognitiva è detta *attribuzione di falsa credenza* ed è alla base della coscienza di sé, cioè del sapere di essere un individuo separato dai consimili i quali hanno anch'essi una propria mente; è inoltre considerata il meccanismo mentale indispensabile per comportamenti sociali quali l'inganno e la collaborazione, la trasmissione di conoscenze e la comunicazione con altri individui.

La difficoltà maggiore che incontra lo studio della TOM negli animali è quella di elaborare test di falsa credenza che riflettano situazioni familiari agli individui non umani e che prevedano una ri-

sposta non verbale, del tipo movimento spontaneo degli occhi in una certa direzione o altro movimento del corpo attraverso cui si può inferire il pensiero o la convinzione del soggetto in esame. I test a cui sono stati sottoposti i primati non umani in cattività sono molto ingegnosi ma finora non hanno fornito una dimostrazione universalmente accettata della presenza della TOM nelle scimmie³. Le ricerche effettuate sugli animali nel loro habitat naturale, però, contrastano con i dati sperimentali. L'esempio più eclatante riguarda gli scimpanzé che in libertà manifestano spesso comportamenti diretti a trarre intenzionalmente in inganno altri membri della loro specie⁴. E questo indicherebbe che, come noi, i primati non umani sono in grado di comprendere che gli altri hanno convinzioni e che queste possono essere manipolate.

Un nuovo e forse più fruttuoso approccio al problema è quello di studiare le basi biologiche e le uscite comportamentali di quei diversi aspetti della cognizione (per esempio la capacità di pianificare il futuro e di ricordare il passato, l'empatia, l'attitudine alla collaborazione e all'imitazione) che nel loro insieme determinano le facoltà mentali che chiamiamo Teoria della mente. La ricerca dunque si sta muovendo verso lo studio dei 'mattoni' cognitivi basilari per lo sviluppo della mente⁵.

In questa luce è interessante osservare come la memoria episodica e la programmazione del futuro sia una capacità condivisa da molte specie animali (dagli uccelli che conservano il cibo o nascondono gli oggetti, come le gazze, alle grandi scimmie, passando per alcune specie di roditori) e che dipende da strutture neurali analoghe presenti nelle diverse specie pur nella diversità dei loro cervelli. Allo stesso modo il comportamento di imitazione motoria che si osserva nei primati

3. Penn D C and Povinell D J, *On the lack of evidence that nonhuman animals possess anything remotely resembling a "theory of mind"*, Philosophical Transactions Royal Society Lond Biology Sciences 362:731-744, 2007.

4. de Waal F B, *Chimpanzee politics: power and sex among apes*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1998.

5. de Waal F B and Rerrari P F, *Towards a bottom-up perspective in animal and human cognition*, Trends Cognitive Science 14:201-207, 2010.

liberi nel loro habitat (su cui si fonda l'apprendimento intraspecifico di conoscenze essenziali per la sopravvivenza) dipende con ogni probabilità dalla popolazione di neuroni specchio. Queste speciali cellule nervose rappresentano il meccanismo grazie al quale gli atti motori altrui, percepiti visivamente, vengono codificati nelle aree motorie dell'individuo che osserva mettendolo in grado di eseguirli. L'esistenza di neuroni specchio è stata dimostrata anche negli uccelli⁶ e potrebbe spiegare l'apprendimento del canto che negli uccelli tenuti in isolamento a cui è impedito di ascoltare il canto dei consimili risulta impossibile o gravemente danneggiato.

Nel loro insieme queste osservazioni suggeriscono che le abilità cognitive basilari dipendono da meccanismi nervosi evolutivamente molto antichi tanto che si ritrovano anche in specie tassonomicamente molto lontane tra loro. E si può ipotizzare che il diverso sviluppo funzionale di queste abilità sia il risultato di un adattamento delle specie alle diverse nicchie ecologiche.

Infine, se alla base delle facoltà mentali considerate tipicamente umane ci sono meccanismi neurali comuni agli animali non umani, allora Darwin aveva ragione ed esiste un continuum lungo il quale si collocano la nostra mente e le altre menti che abitano il pianeta.

Comunicazione e linguaggio

Anche se siamo l'unica specie a parlare, condividiamo con molte, se non con tutte le altre, la capacità di comunicare con i nostri simili.

Limitando il discorso ai primati non umani, oggi sappiamo che le loro vocalizzazioni hanno sofisticate proprietà comunicative. I richiami delle scimmie comprendono grida, schiamazzi, grugniti e guaiti spesso emessi con grande potenza di suono per poter trasmettere informazioni specifi-

che anche a lunga distanza. I richiami di allarme si differenziano tra loro per segnalare il tipo di pericolo da cui guardarsi (un leopardo in agguato, un serpente che striscia nell'erba) oppure per informare sui limiti della territorialità; ma molte altre espressioni vocali trasmettono stati emozionali⁷. Suoni diversi comunicano paura, sottomissione, minaccia, oppure indicano una richiesta, di gioco, di collaborazione o di contatto fisico tramite il *grooming*. Il *grooming* è la pulizia della pelle dai parassiti che le scimmie si praticano a vicenda; occupa una larga parte del loro tempo ed è considerata un legante sociale all'interno del gruppo. La pratica del *grooming* infatti servirebbe soprattutto a stabilire o a rafforzare legami e a comporre conflitti tra gli individui. Le scimmie accompagnano questo prolungato contatto fisico con l'emissione di suoni modulati, una sorta di chiacchiericcio dai toni bassi e caldi apparentemente privo di scopo; alcuni hanno suggerito che in queste particolari vocalizzazioni si possa riconoscere un precursore del linguaggio articolato⁸. Il linguaggio umano è comparso tra 250 e 100 mila anni fa ed è dunque un'acquisizione relativamente recente.

Quello che distingue il linguaggio dalle altre forme di comunicazione è la sua natura simbolica. Le parole sono simboli, associazioni arbitrarie tra un suono e un significato indipendenti dal contesto. Con le parole, infatti si rappresentano cose che possono non essere presenti nell'ambiente dei parlanti e ci si riferisce ad eventi già accaduti o che possono accadere. Ma le parole da sole non bastano a fare un linguaggio: vanno organizzate in "stringhe" il cui significato dipende dalla sintassi (che regola la formazione delle frasi) e dalla grammatica (che è il complesso di norme che combinano gli elementi sonori in parole).

Le origini e meccanismi del linguaggio sono tutt'ora oggetto di speculazione. Mentre i neuro-

6. Prather J F and al., *Precise auditory-vocal mirroring in neurons for learned vocal communication*, Nature 405:305-310, 2008.

7. Arcadi A C, *Language evolution: what do chimpanzees have to say*, Current Biology, 15:885-886, 2005.

8. Dunbar R, *Dalla nascita del linguaggio alla Babele delle lingue*, Milano, Longanesi, 1998.

scienziati studiano le strutture e i circuiti cerebrali la cui lesione comporta la perdita della produzione e/o della comprensione del linguaggio, gli psicolinguisti analizzano il parlato di comunità umane isolate (come alcune tribù amazzoniche e di Papua Nuova Guinea) alla ricerca degli elementi strutturali delle lingue.

Gli studi concordano nell'indicare che tutti i linguaggi umani utilizzano le stesse aree del cervello e presentano una struttura comune, universale, basata su una convenzione che stabilisce il nesso tra suono ed oggetto o tra suono ed azione e posseggono una grammatica⁹.

Poiché il cervello non fossilizza non è possibile risalire agli stadi evolutivi del linguaggio nel genere *Homo* attraverso i reperti paleontologici. Un tentativo è stato fatto confrontando nei teschi degli ominidi la forma e la profondità delle impronte che le circonvoluzioni cerebrali lasciano sul cranio. Nell'*Homo habilis* le impronte corrispondenti alle aree cerebrali che nell'uomo moderno sono deputate al linguaggio appaiono visibili e hanno dimensioni maggiori nell'emisfero sinistro. Sebbene non si possa essere certi che quelle aree fossero già adibite al linguaggio, è suggestivo che anche nei nostri più lontani antenati sia presente una differenziazione tra le due metà del cervello analoga a quella che osserviamo oggi. Nella stragrande maggioranza della popolazione umana infatti l'emisfero sinistro è la sede del linguaggio e questo vale non solo per il linguaggio verbale ma anche per il linguaggio dei segni praticato dai non udenti.

Si potrebbe pensare che, se il linguaggio umano si è evoluto con un meccanismo di selezione naturale di tipo darwiniano, esso debba avere avuto un precursore negli altri animali. La teoria evolutiva del linguaggio ipotizza che si sia sviluppato a partire da una modalità di comunicazione gestuale. Si tratta di un'idea espressa per la prima volta

quasi tre secoli fa¹⁰ e ripresa con poche modifiche fino ad oggi¹¹. Le principali osservazioni a favore di un'origine gestuale del linguaggio sono 1) il bipedismo, che ha liberato le mani prima impegnate nella deambulazione, è emerso relativamente presto, prima che il tratto vocale assumesse la forma che permette di parlare; 2) nei primati non umani la gestualità è molto più ricca e variegata di quanto non siano le loro vocalizzazioni; 3) sia in cattività che nel loro habitat, le grandi scimmie fanno spesso gesti intenzionali diretti a ottenere specifiche risposte comportamentali dai loro simili.

È stata proprio la capacità gestuale delle scimmie che – a partire dagli anni '60 del secolo scorso – ha indirizzato le ricerche verso l'insegnamento della lingua dei segni a scimpanzé e bonobo. I risultati però non sono stati così soddisfacenti come ci si sarebbe aspettati. Dopo anni di intenso training alcune delle scimmie hanno imparato non più di 120-130 parole ma nessuna regola grammaticale e usavano spontaneamente i segni solo per comunicare bisogni elementari (ho fame, ho sete, fammi le coccole). È andata un po' meglio quando l'insegnamento del linguaggio è avvenuto tramite lessigrammi, cioè simboli visivi corrispondenti a specifiche parole o azioni, applicati su tasti che l'animale imparava a premere. Kanzi, un bonobo addestrato fin dall'infanzia, è certamente la star tra i primati a cui è stato insegnato a comunicare tramite i lessigrammi. A sei anni Kanzi padroneggiava 150 simboli e poteva fare richieste specifiche di cibo o chiedere di essere condotto in specifici posti o di incontrare determinate persone. Ma nell'insieme la sua capacità di linguaggio era paragonabile a quella di un bambino di due anni¹².

Molti primatologi, nel commentare il complesso dei risultati ottenuti finora, hanno concluso che seppure le scimmie possono imparare una qual-

9. Tattersal I, *The material record and the antiquity of language*, Neurosciences Biobehavior Review 81:247-254, 2017.

10. de Condillac E B, *Saggio sull'origine delle conoscenze umane*, 1746 (trad. it. Torino, Utet, 1976).

11. Corballis M C, *La verità*

sul linguaggio (per quel che ne so), Roma, Carocci, 2020.

12. Rumbaugh D M, *Language learning by a chimpanzee. The LANA Project*,

New York, Ed Academy Press NY, 1977; Font R S and Waters GS, *Chimpanzee sign language and Darwinian continuity*, Neural Research 23:787-794, 2001.

che primitiva forma di linguaggio danno l'impressione di non sapere che farsene¹³; d'altro canto però la loro comprensione delle istruzioni verbali degli umani con cui interagiscono è in genere nettamente superiore alla loro capacità di comunicare¹⁴.

Coloro che ritengono il linguaggio una peculiarità dell'uomo considerano i sistemi di comunicazione delle specie non umane, anche quelli delle scimmie e dei delfini, stereotipati e ripetitivi privi cioè di quella capacità di combinare, in misura praticamente illimitata, elementi distinti ciascuno dei quali ha un senso compiuto, che è propria del linguaggio umano. In questa luce viene esclusa un'origine evolutiva del linguaggio a favore di una transizione improvvisa che ha reso l'uomo capace di parlare. È quello che sostiene Noam Chomsky secondo cui nel cervello umano, in qualche momento del suo sviluppo, si è verificato un repentino mutamento strutturale che ha comportato la comparsa di un sistema neurale da cui dipende l'acquisizione del linguaggio. Questo dispositivo detto LAD (Language Acquisition Device) sarebbe un sistema autonomo, indipendente dagli altri sistemi cognitivi e percettivi del cervello. Può essere descritto come un programma biologico che permette di apprendere ogni linguaggio umano, dal momento che la struttura profonda di tutte le lingue è la stessa. Esisterebbe cioè una *grammatica universale* di cui il LAD è la base biologica.

La teoria di Chomsky¹⁵ è molto complessa; non è esente da critiche da parte di alcuni linguisti ed è rifiutata dagli psicologi evolutivi¹⁶ che definiscono "miracolista" l'idea che le funzioni linguistiche siano emerse all'improvviso – come per effetto di una sorta di big bang nel cervello – a seguito di una mutazione che Chomsky suggerisce sia avvenuta al tempo in cui i nostri progenitori hanno lasciato l'Africa.

Il dato principale che supporta l'idea di un meccanismo innato per l'acquisizione del linguaggio è fornito dagli esperimenti condotti sui bambini molto piccoli. Nei primissimi mesi di vita i bambini sono in grado di distinguere i suoni caratteristici del linguaggio, compresi suoni che non appartengono al linguaggio dei genitori e che i genitori stessi non sono in grado di distinguere (per esempio i bambini europei percepiscono le differenze tra elementi fonetici del linguaggio eskimo che appaiono indistinguibili agli adulti). Intorno all'anno di età questa capacità viene perduta e la percezione del linguaggio si sintonizza con quello che viene parlato nell'ambiente in cui vive il bambino.

Per acquisire il linguaggio però i meccanismi innati non bastano. È vero che i bambini imparano a parlare e a padroneggiare le strutture grammaticali di una lingua senza bisogno di un insegnamento specifico ma per farlo è necessario che siano esposti al linguaggio. I cosiddetti "bambini selvaggi" o quelli allevati in ambiente silente da genitori sordomuti sono sempre muti. L'alternativa più recente alla concezione di Chomsky del linguaggio come manifestazione di regole innate è quella offerta da Daniel Dor¹⁷ secondo cui il linguaggio è il prodotto di una tecnologia, e quindi il risultato di un apprendimento. Per Daniel Dor il linguaggio è una tecnologia comunicativa (la prima, tra le tante inventate dalla nostra specie) e, al pari di ogni innovazione tecnologica, lo sviluppo del linguaggio è la risposta a una pressione evolutiva. A dare impulso allo sviluppo del linguaggio è stata la necessità, necessità *pratica* – di migliorare la capacità di interazione con i propri simili, di condividere pensieri ed esperienze: dunque, un fattore esterno, non un mero processo neurologico. Riassumendo a grandi linee l'ipotesi di Dor si può dire che il linguaggio rappresenta uno strumento sociale e

13. Pinker S, *The language instinct*, New York, William Morrow and Company, 1994.

14. Savage-Rumbaugh E S, *Language comprehension in*

ape and child, Chicago, University of Chicago Press, 1993.

15. Chomski N, *Riflessioni sul linguaggio*, Torino, Einaudi, 1981.

16. Tomasello M, *Le origini della comunicazione umana*, Milano, Raffaello Cortina Editore, 2009.

17. Dor D, *The instruction of imagination: Language as a social communication technology*, Oxford, Oxford University Press, 2015.

la funzione delle parole è quella di attivare e guidare l'immaginazione del destinatario. Seguendo quelle direttive, egli cercherà di riprodurre nella propria mente i significati che il parlante ha ricavato dalle proprie esperienze. È probabile che il lavoro di Daniel Dor costituisca un nuovo punto di partenza per gli studi sul linguaggio che sono invitati a cercarne l'origine non *dentro* i parlanti ma *tra* di loro e la sua essenza nella vita sociale, non nella mente. ●

SCHEDA:
la percezione del linguaggio nei neonati



Poiché i neonati non parlano e non sono in grado di seguire le istruzioni i ricercatori hanno dovuto individuare un metodo per valutare la loro capacità di percepire il linguaggio. L'atto del succhiare è la chiave per accedere alla mente dei neonati: quando sono interessati a qualcosa succhiano più velocemente e riducono il ritmo di suzione quando l'interesse scema. Mediante un ciuccio in grado di registrare la frequenza di suzione fu determinata prima di tutto la frequenza di base misurata mentre i soggetti (bambini di 1 mese e di 4 mesi di età) erano tenuti in un ambiente tranquillo e privo di stimoli acustici. Poi ai bambini veniva fatta sentire una stessa sillaba (per esempio "ba") per cinque minuti. Durante i primi due-tre minuti di ascolto la frequenza di suzione diventava pressoché doppia, dopo di che rallentava fino al valore di base. I bambini si erano abituati alla sillaba ripetitiva. A quel punto e senza interruzione veniva presentata per i cinque minuti successivi una sillaba diversa (per esempio "pa"). La frequenza di suzione tornava a salire, indicando che i bambini percepivano la differenza tra le due sillabe. (cfr. Gevain J et al., *The neonate brain detects speech structure*, *Proceeding National Academy of Science USA* 105:1422-1427, 2008.

Simone Pollo
Manifesto per un animalismo democratico
Roma, Carocci, 2021



L'animalismo è un fenomeno che caratterizza le società contemporanee. Un numero sempre maggiore di persone ritiene necessario garantire agli animali tutele e protezioni, sulla base del riconoscimento di un loro status morale. Questo crescente interesse per gli animali si traduce in riforme giuridiche che sottraggono gli animali allo status di semplici cose e, in quanto esseri senzienti, riconoscono la necessità di tutelarne il benessere nei diversi contesti di interazione con l'essere umano. Già autore di un volume ricostruttivo sull'etica animale (*Umani e animali. Questioni di etica*, Carocci 2016), Simone Pollo analizza in *Manifesto per un animalismo democratico* le ragioni teoriche, scientifiche e culturali dell'animalismo contemporaneo. Questa analisi ambisce a elaborare una proposta di "animalismo democratico", ovvero una declinazione dell'animalismo che sia non solo compatibile con la vita di una società liberale e democratica, ma che ne rappresenti un contributo alla fioritura. Questo tentativo muove dalla individuazione di una comunanza fra le radici dell'animalismo e quelle delle vite delle liberaldemocrazie. In tutti i diversi contesti di interazione con gli animali, infatti, si possono mettere alla prova i principi e i valori di una concezione della democrazia intesa non solo come sistema di rappresentanza politica, ma come forma di vita strutturata attorno alla ripugnanza per la sofferenza, al rispetto della libertà e alla promozione dell'uguaglianza. Quella elaborata da Simone Pollo è una proposta teorica che, nella forma del "manifesto", intende andare oltre la discussione filosofica dell'etica animale e promuovere una forma di animalismo senza fanatismi, ma efficace nel contribuire alla riforma delle diverse tipologie di relazione e interazione fra esseri umani e animali non umani.

La guerra di Gombe

Un episodio ben noto in primatologia offre lo spunto per riflettere sulla transpecificità di comportamenti e di ruoli sociali nei Primati, fino a considerare le analogie nelle funzioni narrative (nel senso proposto da Propp) individuabili nelle vicende sociali riguardanti la specie umana e altre specie affini.

Fabio Fantini

Leakey aveva guidato la Famiglia con sicurezza per molti anni, tenendo testa alle bande rivali nei violenti scontri per assicurarsi il controllo del territorio. Era rispettato da tutti. Stirare appena le labbra o aggrottare le sopracciglia gli era sufficiente per richiamare all'ordine i suoi sottoposti.

La sua morte, improvvisa e inaspettata, lasciò un vuoto di potere, fino a che il ruolo dominante fu assunto dal suo vice, Humphrey. Una scelta naturale, si sarebbe detto. Qualcuno, però, considerava Humphrey debole e incerto, in particolare gli elementi giovani e ambiziosi dei quartieri sudorientali, che si raccolsero intorno a due di loro, i fratelli Hugh e Charlie, e diedero vita a una scissione.

Le due fazioni all'interno della Famiglia cominciarono a sfidarsi in modo sempre più aperto, fino a che il confronto sfociò in una violenza sistematica e programmata. Una serie di incursioni strategiche nel territorio "nemico", spesso finalizzate ad assassini mirati o a sanguinosi pestaggi, portò la situazione a un livello di tensione sconosciuto fino a quel momento. L'inarrestabile escalation di violenza culminò in lunghe battaglie, che lasciarono sul terreno diversi morti. Dopo quattro anni di conflitto permanente, il gruppo "lealista" di Humphrey, nel quale avevano, però, preso gradualmente il so-



pravvento i suoi sanguinari luogotenenti Figan e Satan, prevalse e tutti i ribelli furono fisicamente eliminati.

Aggiungiamo tradimenti da parte di quelli che sembravano amici fidati, subdoli sotterfugi per accedere alle grazie sessuali di femmine di alto rango, stupri selvaggi e violenze folli che non escludono l'infanticidio. Potrebbe essere la trama ideata da uno sceneggiatore professionista per una serie televisiva di successo; si tratta, invece, della cronaca autentica di fatti avvenuti in Tanzania fra il 1974 e il 1978. Un produttore televisivo non arretrerebbe certo di fronte al fatto che gli eventi descritti sono realmente avvenuti. Anzi, appiccicherebbe al prodotto la sempre ben spendibile etichetta "tratto da una storia vera" e avrebbe già pronto il titolo: "La guerra di Gombe", dal nome della località in cui si svolsero i fatti. A questo punto, il nostro produttore immaginario si accingerebbe a scegliere un regista e gli attori per le varie parti. Qui incontrerebbe qualche difficoltà, anche se superabile con le moderne tecniche di animazione digitale in 3D, perché i personaggi della storia non appartengono alla specie *Homo sapiens*, quella cui si attinge normalmente con il *casting*, ma alla specie affine (ma non fino al punto da risultare indistinguibile all'occhio esperto dello spettatore televisivo) *Pan troglodytes*.

D'accordo, fin qui ho celiato, anche se in modo così trasparente che più di un lettore avrà mangiato la foglia (a proposito di rimandi alla specie affine in questione!). Quella che ho sfrontatamente presentato come ipotetico, ma verosimile, spunto per una serie televisiva è in effetti la cronaca delle epiche vicende che sconvolsero la vita degli scimpanzé della comunità Kasakela, nel Parco Nazionale del torrente Gombe, in Tanzania, vicino alle rive del lago Tanganica. Testimone dei fatti e autrice della cronaca fu Jane Goodall in persona¹, che rimase profondamente segnata dalla scoperta di comportamenti violenti e crudeli in

una specie che fino a quel momento aveva giudicato "*rather nicer*" rispetto agli umani.

Nessuno si sarebbe meravigliato, però, se a essere protagonisti delle imprese della Famiglia dei Kasakela fossero stati nostri conspecifici. La facilità con cui possiamo alternativamente collocare interpeti umani e scimmieschi nello scenario descritto da Jane Goodall è rivelatrice della base comportamentale comune alle due specie. Così ampia, questa base comune, che si potrebbe lavorare ancora un po' di fantasia e immaginare un novello Omero scimmiesco impegnato a narrare le leggendarie gesta dei Kasakela, magari inserendo come antefatto il ratto di una giovane e affascinante femmina di alto rango da parte di un maschio della comunità ribelle. A questo punto, allora, perché non immaginare un Bardo scimmiesco, forse cinocefalo, alle prese con la romantica ispirazione di un tragico amore contrastato tra due giovani appartenenti a bande rivali, ma perdutoamente innamorati l'uno dell'altra? A pensarci bene, simulare la propria morte non è un comportamento inusuale negli animali, anche se in genere non si ricorre all'ingerimento di un potente sonnifero.

Con la provocazione e la fantasia sono andato abbastanza in là, d'accordo, quelli che ho delineato erano scenari da Pianeta delle Scimmie. Anziché divertirci a immaginare attori scimmieschi come personaggi di opere letterarie, potremmo riflettere su quanto è stato agevole e immediato immaginare umani i personaggi di una saga descritta sì da un testimone umano, ma riguardante una comunità scimmiesca. Una dimostrazione convincente di quanto sono forti le analogie fra i comportamenti sociali della nostra specie e quelli delle specie filogeneticamente più vicine.

Per approfondire un po' più l'analisi, potremmo rilevare che le gesta epiche narrate nelle saghe e nelle leggende delle culture umane, come anche in molte produzioni letterarie e filmiche, presen-

1. Goodall J, *The chimpanzees of Gombe. Patterns of behaviour*, Cambridge (Mass.)-Londra, Belknap Press, 1982.

tano alcune caratteristiche archetipiche, luoghi obbligati dello svolgimento della narrazione. Sulla falsariga della celebre analisi proposta da Vladimir Propp in *Morfologia della fiaba*², si potrebbero individuare alcune funzioni delle narrazioni epiche, cioè i punti cardine su cui l'intero racconto si articola:

- prima funzione: la competizione per una risorsa (anche sociale, come un ruolo gerarchico), cui l'eroe ha diritto (per tacito riconoscimento sociale) ma che un avversario intende contendergli;
- seconda funzione: tranelli e tradimenti, spesso uniti al ricorso da parte del competitore al decisivo aiuto di alleati potenti, riducono l'eroe a mal partito e provocano lutti fra i suoi parenti, amici o alleati;
- terza funzione: la reazione dell'eroe, che si solleva dallo stato misero in cui le vicende precedenti lo avevano fatto precipitare e inizia la lotta contro chi lo ha ingiustamente spodestato dei suoi diritti, fino alla agognata vendetta e alla riconquista della risorsa perduta.

Un'analisi più competente e articolata della mia individuerebbe molti altre funzioni, ma anche questo schema appena abbozzato dà un'idea della regolarità con la quale si succedono gli eventi di una tipica narrazione epica. Queste funzioni hanno validità trans-specifica: provate a mettere un Kisakela nei panni dell'eroe e otterrete una vicenda plausibile quanto quella in cui a impersonare l'eroe c'è un umano³.

Non so se per altre specie si possa ricorrere a concetti come immaginario individuale e magari addirittura immaginario collettivo. Una quantità crescente di prove indica, però, che gli eventi e le gesta descritti nelle grandi epopee prodotte dalle culture umane non sono esclusivi della nostra specie. Il nostro immaginario, individuale e collettivo, affonda le radici nelle profondità di una storia naturale che condividiamo anche con altre specie. ●

2. Propp V, *Morfologia della fiaba* (a cura di Bravo GL), Torino, Einaudi, 2000.

3. Senza ombra di ironia: il Movimento Me Too è un'ac-

quisizione culturale recente della nostra specie (e non di tutte le popolazioni), le figure eroiche delle antiche leggende sono invariabilmente di sesso maschile.

Eleonora Severini
Etica ed evolucionismo
 Carrocci, Roma 2020, pp. 144
 EAN 9788843099740



Quali sono le implicazioni dell'evoluzionismo per l'etica? Il volume affronta tale questione, ricostruendo e facendo il punto su un dibattito, quello della riflessione filosofica sull'etica evoluzionistica, tuttora incorso. In particolare, si prendono in considerazione le varie declinazioni che l'evoluzionismo ha attraversato, ossia a partire dalla formulazione originaria di Darwin a quella della Sintesi moderna, fino ai suoi sviluppi più recenti. Ciò che si intende mostrare è che, sebbene rendere conto dell'etica in termini evolutivi sia spesso risultata un'operazione controversa, indagare la natura dell'etica a partire dalle sue basi biologiche, comprendere la sua origine e la sua evoluzione è un passo fondamentale per elaborare nuove e più proficue prospettive etiche e filosofiche.



EUROPEAN JOURNAL OF TAXONOMY

An Open Access journal for descriptive taxonomy
of living and fossil eukaryotes

EUROPEAN JOURNAL OF TAXONOMY

Continuiamo la presentazione di riviste scientifiche europee del tipo *open access* senza *page charge*, una caratteristica molto apprezzata da noi, assertori della fruizione libera delle conoscenze scientifiche, che non vediamo di buon occhio quell'editoria di settore orientata a profitti smodati. Ma questo è un altro discorso, di cui avremo modo di parlare a tempo debito.

La rivista *European Journal of Taxonomy* (*EJT*) si occupa, come esplicita il nome, di tassonomia, la scienza che governa la classificazione degli organismi viventi, sia riformando la sistemazione dei diversi organismi in specie, generi e su su in ranghi sempre più inclusivi fino ai regni; sia descrivendo e denominando le nuove entità specifiche che si vengono a scoprire. Non sono a conoscenza di una statistica specifica, ma chiunque si occupi di qualsiasi taxon sa bene che le pubblicazioni in cui si descrivono nuove specie prevalgono nettamente su quelle riguardanti riorganizzazioni della sistematica. E qui nasce un problema o, meglio, è stato creato un problema: molte riviste di alto lignaggio si rifiutano di pubblicare le descrizioni di specie nuove, le quali non possono entrare a far parte della biodiversità ufficiale finché, per l'appunto, non vengano pubblicate. Il perché di tale scelta editoriale è semplice da spiegare: gli articoli descrittivi di specie nuove sono in genere poco citati in altri articoli e, pertanto, contribuiscono poco o nulla all'innalzamento dell'*impact factor* (è un indice del 'valore' delle riviste scientifiche) e quindi al rango della rivista che li pubblica. Di conseguenza, la pubblicazione di nuove specie viene delegata perlopiù a riviste 'minori', che tuttavia svolgono con umiltà un ruolo di enorme importanza ai fini della conoscenza della biodiversità. In termini mercantili, si potrebbe dire che gli articoli descrittivi di specie nuove non vendono, perché alla fine di questo si tratta: competizione tra riviste titolari di status di alto lignaggio (= di alto *impact factor*) in lotta commerciale tra loro.

A questi problemi artificiosamente creati, si aggiunge il trend della ricerca biologica degli ultimi decenni, orientato verso 'nuovi orizzonti', che ha fatto trascurare la tassonomia, nonostante la sua enorme importanza come conoscenza di base, fino a considerarla una scienza ottocentesca oggi del tutto secondaria.

Per fortuna, proprio una delle discipline 'moderne', la genetica, sta appassionando molti giovani ricercatori che la applicano anche alla tassonomia e, così facendo, riescono a caratterizzare tante entità sconosciute che possono essere finalmente descritte (si pensi alle numerose specie criptiche scoperte solo grazie ad analisi genetiche).

E, ancora per fortuna, è stata da qualche anno fondata la rivista *EJT*, grazie alla visionarietà di sei tassonomi, facenti capo al network *European Distributed Institute of Taxonomy*, animati dal principio secondo cui, essendo le pubblicazioni scientifiche il frutto di ricerche finanziate con soldi pubblici, esse devono essere accessibili a tutti, gratuitamente. Una posizione etica agli antipodi rispetto alla politica lucrativa delle più grosse case editrici. Dopo due anni di lavoro preparatorio, con impegnativi risvolti burocratici, veniva fondato un consorzio di cinque istituzioni europee (da intendersi di Paesi della CE) – *Muséum national d'Histoire naturelle* di Parigi, *Plantentuin Meise* (Belgio), *Musée Royal de l'Afrique centrale* (Tervuren, Belgio), *Natural History Museum* di Londra, *Muséum des sciences naturelles de Belgique* a Bruxelles – che finanziava *EJT*. A settembre del 2011, usciva il primo articolo della nuova rivista scientifica a firma degli stessi sei fondatori. Scopo dichiarato di *EJT* è la pubblicazione di articoli (esclusivamente in inglese) di "tassonomia descrittiva relativa a zoologia, entomologia, botanica e paleontologia". Nei mesi e negli anni seguenti, hanno aderito al consorzio altre sei istituzioni – *Statens Naturiske Museum* di Copenaghen, *Naturalis Biodiversity Center* a Leida (Olanda), *Museo Nacional de Ciencias Naturales* e *Real Jardín Botánico* di Madrid, *Zoologische Forschungsmuseum Alexander König* a Bonn e *Národní muzeum* di Praga. Nel frattempo, nel 2018, ne è uscito il membro fondatore *Natural History Museum*.

Oggi, a poco più di nove anni dalla pubblicazione del suo primo articolo, *EJT* si è assicurata un'eccellente reputazione e, per chi ama gli indici, un *impact factor* pari a 1,393 per il 2019 (l'ultimo disponibile), che, per una rivista di pura tassonomia, è un valore di tutto rispetto.

Poiché *EJT* è pubblicata solo online, ogni articolo o gruppetto di articoli viene pubblicato non appena se ne completa l'impaginazione. Fino a oggi, 26.1.21 (giorno in cui sto scrivendo), sono stati pubblicati 777 lavori, una media considerevole di circa 83 all'anno. In realtà, la media è progressivamente salita anno dopo anno, cosicché nel 2020 hanno visto la luce ben 146 articoli.

L'indirizzo della pagina di *EJT* è <https://europeanjournaloftaxonomy.eu/index.php/ejt/index> e la sua consultazione è, come s'è detto all'inizio, del tutto gratuita.

Giambattista Bello

uno scatto alla natura

sventagliata estiva

foto di Luca Mazzocchi, testo di Piero Sagnibene



Foto scattata ad Isola Rizza (VR) nell'agosto del 2009. Fotocamera: Nikon F4; obiettivo: Micro-Nikkor 105 mm; diaframma: f/16; pellicola: Fuji Velvia 50.

Quando, in estate, un alveare comincia a surriscaldarsi e la cera potrebbe indebolirsi o sciogliersi a causa dell'eccessiva temperatura interna, le api ventilatrici entrano in azione. Si raccolgono sulla porta dell'alveare e battono con rapidità le ali, in modo da convogliare una corrente d'aria più fresca sui favi. Le ventilatrici si dispongono anche tra i favi, favorendo in questo modo l'evaporazione dell'acqua dal miele. Il battito delle ali può diventare così violento, da determinare un percepibile sordo brontolio, che ricorda quello di una pentola in ebollizione. La ventilazione può rendersi necessaria anche quando il nettare è presente in quantità tale da impedire alla normale corrente d'aria all'interno dell'arnia di espellere il vapore acqueo che si origina dal nettare stesso.

In condizioni di tempo secco, con la temperatura esterna in innalzamento, alla ventilazione dell'alveare si aggiunge il trasposto di acqua al suo interno a opera delle api bottinatrici, che la passano a giovani api "spruzzatrici" addette alla distribuzione delle goccioline; tale azione contribuisce a umidificare e rinfrescare la colonia. Il sistema di refrigerazione produce una notevole stabilizzazione della temperatura: 35°C all'interno di un alveare in pieno sole, anche se all'esterno si registrano temperature molto più elevate.

Il condizionamento della temperatura all'interno dell'alveare è necessario, tra l'altro, all'allevamento delle larve, che necessitano di circa 33°C, temperatura adeguata anche a favorire l'evaporazione dell'acqua in eccesso dal miele delle celle aperte (il miele contiene circa il 17% di acqua).

Nella foto, si apprezza il contrasto tra l'immobilità del corpo delle api, ben a fuoco, e il rapido battere delle ali, che le fa apparire "mosse".

Per un approfondimento dell'argomento si veda l'articolo a p. 59.

**Manfred Spitzer,
Demenza digitale.
Come la nuova tecnologia ci rende stupidi,
Corbaccio, Milano, 2013, pp. 342.**



Devo subito dire che da un autore tanto attento ai processi mentali – da oltre vent’anni si occupa di “cambiamenti cerebrali indotti dall’apprendimento” come direttore del Centro per le Neuroscienze dell’Università di Ulm – mi sarei aspettata più ordine e soprattutto maggiore gerarchia nell’argomentazione. L’indubbio interesse che riveste l’esposizione – molto chiara – della fisiologia dei processi di apprendimento, della loro complessità e dell’impatto che su di essi esercitano le tecnologie rischia infatti di perdersi in una condanna senza appello di ogni tipo di supporto digitale. Computer, lavagne interattive, videogiochi, calcolatrici elettroniche, navigatori satellitari, smartphone, e-book sono comunque, per Spitzer, “macchine per ostacolare l’apprendimento”, che “ci sottraggono lavoro mentale”, rendendoci “dementi” in senso stretto, cioè provocando un declino delle nostre competenze cognitive. Un allarme così generalizzato rischia, a mio avviso, di risultare inefficace.

Dal momento che Spitzer tiene molto al concetto di “profondità” – ci tornerò sopra – proporrei in prima istanza di distinguere alcuni allarmi che mi sembrano abbastanza “superficiali” da altri che considero più significativi e da altri ancora davvero “profondi”, a proposito dei quali l’autore, grazie alle sue specifiche competenze, ha davvero qualcosa da dirci ben al di là del senso comune.

Il senso comune, in effetti, è sufficiente a farci capire senza particolari prove sperimentali che molte ore passate davanti al televisore o impegnate nei videogiochi rimbecilliscono – rendono “dementi” – bambini, ragazzi, adulti e anziani. E con il semplice buon senso possiamo senz’altro capire che i soggetti più a rischio in questo senso sono i bambini delle classi povere, parcheggiati e sedati in questo modo in mancanza di alternative. Facilmente intuibile anche che le eccessive permanenze davanti agli schermi provochino sovrappeso e disturbi del sonno.

Più interessante è l’esame del modo in cui i media digitali vengono proposti nelle scuole: pochi, oltre agli addetti ai lavori, sono attenti a questo problema. L’introduzione dei nuovi strumenti tecnologici per la didattica è ampiamente influenzata – come si può ben immaginare – dagli interessi delle imprese produttrici. Le novità in questo campo

vengono presentate con entusiastici e avveniristici battage pubblicitari. La spinta all’introduzione delle tecnologie digitali nelle scuole è certamente molto forte e molto forzata dagli interessi commerciali in gioco e comporta il dirottamento di risorse destinate all’istruzione che potrebbero essere più utilmente impiegate. Ed è certamente vero che i dati relativi agli effetti di tali tecnologie sull’apprendimento e sul rendimento scolastico sono per lo più poco affidabili perché provengono dall’industria informatica: non esistono quasi studi indipendenti e le voci critiche vengono spesso boicottate. Questo induce a una scarsa prudenza nell’uso dei nuovi strumenti, soprattutto nelle scuole per l’infanzia e nelle scuole primarie dove, secondo l’autore, rappresentano “un’istigazione alla dipendenza” e peggiorano l’apprendimento (cap. 3).

L’analisi dei meccanismi dell’apprendimento, con cui Spitzer argomenta quest’ultima affermazione, rappresenta la parte di gran lunga più interessante del libro. Il cap. 2 spiega come l’apprendimento cambia il cervello, nelle sue componenti minuscole – i neuroni e le sinapsi – come nell’organizzazione delle aree cerebrali. Le aree stimolate dall’apprendimento crescono (in volume) perché i neuroni moltiplicano i punti di contatto e le ramificazioni; nell’ippocampo si formano nuove cellule nervose che per sopravvivere devono collegarsi alle strutture cerebrali esistenti. Per realizzarsi in modo duraturo, questi processi richiedono un impegno complesso che coinvolga più aree percettive e motorie, “uno sforzo mentale e fisico e un’interazione attiva con l’ambiente”. È appunto la *quantità* di aree, neuroni, sinapsi coinvolti che determina la *profondità* dell’elaborazione e, di conseguenza, l’efficacia dell’apprendimento e della memorizzazione. È il processo di “apprendimento permanente” a preservarci dalla “demenza”: “il cervello si modifica in base all’utilizzo. Se [...] non viene utilizzato, l’hardware neuronale viene smantellato”. E i fondamenti di un efficace utilizzo del cervello “risiedono in una buona istruzione nell’infanzia e nell’adolescenza”. La preoccupazione principale dell’autore riguarda dunque il fatto che l’utilizzo di sussidi digitali finisca col proporre ai bambini e ai ragazzi compiti cognitivi troppo semplici: trascinare con le dita una parola su un *touchscreen* risulta “superficiale” rispetto a ricopiarla, la pratica del copia-e-incolla è meno “profonda” rispetto a leggere e scrivere (cap. 3), ed è importante imparare a contare con le dita, associando cioè una competenza fortemente astratta a un compito motorio. Così come è importante la compresenza di stimoli emotivi: far ascoltare in età infantile – letteralmente, “non parlante” – un CD in cinese non avrà alcun effetto sull’apprendimento di questa lingua, mentre la presenza di un maestro che interagisce anche a livello espressivo e affettivo risulterà efficace.

Resta un dubbio sul fatto che la tecnologia digitale *sottragga* – sempre e comunque – stimoli e competenze, senza nulla aggiungere o, quanto meno, sostituire. In questo senso, sul giudizio totalmente negativo che ne dà Spitzer mi sento di esprimere qualche riserva, mentre sulla prudenza che suggerisce riguardo al suo uso nell’infanzia non posso che essere d’accordo.

Maria Turchetto

Il polpo a sette braccia tra Archeologia e Zoologia

Giambattista Bello

Storielle balzane del passato a sostegno di una balzana ipotesi bio-archeologica.

I considerevoli progressi dell'archeologia nell'ultimo mezzo secolo sono in buona parte dovuti a quel sincretismo scientifico fondato sulla collaborazione con ricercatori di altre discipline, più tradizionalmente etichettate come scientifiche: l'antropologia, la chimica, la fisica, la botanica, la zoologia... Basti un solo esempio: la datazione assoluta dei reperti con ^{14}C (carbonio-14 o radiocarbonio), messo a punto una settantina d'anni fa. Rimangono, tuttavia, molti aspetti che neanche le moderne tecnologie riescono a dipanare e che sono lasciate all'interpretazione soggettiva dell'archeologo. Si veda il caso del simbolismo, presso i popoli mediterranei, del polpo comune del Mediterraneo, *Octopus vulgaris*, oggetto di varie congetture. Focalizzando sulle civiltà minoica (Creta e Santorini) e micenea (Micene) tra il XX e il XII secolo a.C. – siamo in piena Età del Bronzo dell'oriente mediterraneo – vi è una certa convergenza di vedute sul significato simbolico del polpo. Infatti, le interpretazioni soggettive dell'archeologo sono supportate da una serie di testimonianze, costituite dai manufatti effigianti quest'affascinante creatura marina. A fronte della totale assenza di informazioni testuali, bisogna avvalersi degli innumerevoli documenti



Figura 1. La placchetta d'oro micenea raffigurante un polpo con sette braccia (foto: Mark Cartwright).

plastico-iconografici a disposizione, giacché si può trovare il polpo raffigurato su vasellame, in affreschi, mosaici, gioielli, sigilli e così via. Specialmente la sua presenza su *larnakes* (sarcofaghi in terracotta) cretesi e, successivamente, in corredi tombali micenei denota un contesto funerario, evidenza della connessione del mollusco a otto braccia col culto dei morti¹. Secondo questo studio, infatti, tale connessione è duplice: da una parte potrebbe essere stato assegnato al polpo, per via delle sue braccia prensili, il ruolo di psicopompo, cioè di guida del defunto negli abissi marini, sede del regno dei morti; dall'altra sussisterebbe un'affinità tra le capacità rigenerative delle braccia dell'ottopode e l'auspicata rigenerazione delle anime. I condizionali sono d'obbligo in assenza di conferme dirette di queste ipotesi, comunque altamente plausibili.

Il polpo a sette braccia

Tra i ricchi corredi funerari rinvenuti nella Tomba IV del Circolo A dell'antica Micene (Argolide, Grecia), risalente al XVI secolo a.C.², spicca un gruppo di 53 placchette d'oro raffiguranti un polpo a sette braccia; 41 di queste placchette sono conservate nel Museo Archeologico Nazionale di Atene (Fig. 1).

Le lamine auree, larghe 6,8 cm, spesse 0,3-0,4 mm e pesanti circa 2,5 g, furono evidentemente modellate in serie e, a giudicare dalla loro distribuzione nella tomba, cucite sul sudario del defunto, col filo di cucitura passante attraverso gli occhielli formati dal riccio terminale dei tentacoli. Dette placchette costituiscono un'ulteriore testimonianza della relazione del cefalopode con i riti funerari.

Volendo descrivere in termini biologici l'animale delle lamine, si può dire che si tratta di un polpo

rappresentato naturalisticamente e, per essere più precisi, di un membro della famiglia Octopodidae che mostra il lato dorsale del corpo – il mantello o sacca dei visceri e la testa (la parte con gli occhi) – e il lato orale delle braccia ricoperte di ventose. Si può, inoltre, aggiungere che le braccia sono lunghe rispetto al corpo, portano una sola fila di ventose e mancano della membrana interbrachiale (Fig. 2); soprattutto, esse sono in numero di sette, cosa apparentemente strana per un animale che porta il nome greco di ὀκτάπους e quello scientifico latino di *Octopus* = a otto piedi (che oggi chiamiamo braccia o tentacoli). Altre stranezze evidenti allo studioso di cefalopodi, ma anche agli attenti osservatori, sono: la presenza di una sola fila di ventose, carattere tipico del genere *Eledone* (limitandoci alle specie mediterranee), le cui specie però hanno tentacoli corti, al contrario dei tentacoli della placchetta; la postura innaturale del polpo, con tutti i tentacoli distorti così da mostrare le ventose³.



Figura 2. Polpo comune del Mediterraneo con la membrana interbrachiale espansa (foto: Roberto D'Alessandro).

1. Alberti L, Bello G, *How many tentacles? Octopus and X-pus in Aegean Bronze Age: a new archaeo-zoological approach*, in K. Zeman-Wiśniewska and L. Recht (eds), *Animal Iconography in the Archaeological Record*: chapter 5, Sheffield,

Equinox Publishing, (in corso di stampa), 2021.

2. Preziosi D, Hitchcock L A, *Aegean Art and Architecture*, Oxford, Oxford University Press, 1999.

3. Bello G, *On the purported representation of Haliphron atlanticus (Cephalopoda: Octopoda: Alloposidae) on Mycenaean funerary gold ornaments*, *Iberus*, 38: 213-218, 2020.

Però, che senso ha pretendere da una figurina simbolica una rappresentazione fedele della realtà zoologica? È ovvio che l'orafo volesse solo richiamare con immediatezza il polpo nelle placchette da lui modellate su ordinazione e, magari, farlo in modo originale (Fig. 3); intento di certo andato a segno. Ed è altrettanto ovvio che i parenti del defunto avessero ordinato all'orafo un prodotto di lusso, che, al contempo, rispondesse alle esigenze rituali e ostentasse il loro potere economico.



Figura 3. Un'altra placchetta funeraria micenea (ca. 1600 a.C.).

L'ipotesi balzana

La faccenda delle placchette d'oro a forma di polpo a sette braccia sarebbe conclusa a questo punto, se non fosse per un'archeologa che l'ha definita "anomalia ossessionante" (*nagging anomaly*)⁴, senza pensare neanche per un momento alla soluzione più semplice: quel manufatto aureo è il prodotto della libera creatività dell'orafo. Ma, poiché esiste un ottopode definito, impropriamente, "polpo a sette braccia" (*seven-armed*

octopus), la Hartman⁵ ha preferito ipotizzare che fosse questo il cefalopode raffigurato nelle lamine funerarie micenee, piuttosto che il più comune polpo. Sarebbe piuttosto facile invalidare tale ipotesi con la constatazione che il "polpo a sette braccia", *Haliphron atlanticus*, non è stato mai trovato nel Mediterraneo⁶. Tuttavia l'intemerata archeologa ha ostentato, a sostegno della sua ipotesi, una serie di "prove" che ci tocca confutare su basi scientifiche. Prima, però, qualche ragguglio sul vero "polpo a sette braccia".

Il vero polpo a sette braccia

Haliphron atlanticus è un ottopode pelagico panocceanico dal corpo gelatinoso, che vive perlopiù in acque profonde. Appartiene alla superfamiglia Argonautoidea e, come tutti i membri del gruppo, è caratterizzato da un dimorfismo sessuale marcato, col maschio nano (30 cm) e la femmina grande (4 m, 45 kg)⁷. I maschi degli argonautoidei, inoltre, hanno l'unicità di tenere l'ectocotile (il braccio copulatore) chiuso in una tasca sotto l'occhio,



Figura 4. Maschio di *Haliphron atlanticus* fotografato nel suo ambiente a -388 m (© MBARI).

4. Hartman S, *A Mycenaean Enigma: The 7-Armed Octopus from Grave Circle A*, https://www.academia.edu/7400698/A_Mycenaean_Enigma_The_7-Armed_Octopus_from_Grave_Circle_A, 2014.

5. *Ibidem*.

6. Bello G, *CEPHALOPODA (update December 2016)*, in Relini G (ed), *Checklist of the flora and fauna of the Italian seas*, Biologia Marina Mediterranea: <http://www.sibm.it/>

CHECKLIST/cefalopoda%20aggiornamento%202017%20def.pdf, 2017.

7. Le informazioni disponibili riguardanti *Haliphron atlanticus* e, in particolare, il raro maschio sono riassunte da

Rosa R, Kelly JT, Lopes VM, Paula JR, Gonçalves J, Calado R, Norman MD, Barreiros JP, *Deep-sea seven-arm octopus hijacks jellyfish in shallow waters*, Marine Biodiversity: DOI 10.1007/s12526-017-0767-3, 2017.

cosicché non è visibile fino al momento dell'accoppiamento⁸. L'occultamento di un braccio e la conseguente apparente presenza di sole sette braccia hanno indotto alla coniazione del nome inglese *seven-armed octopus*, che, lo ripetiamo, è improprio e non corrisponde al nome ufficiale *gelatinous giant octopod* o, in italiano, megapolpo gelatinoso. L'improprietà del nome "polpo a sette braccia" consiste nel fatto che esso spetterebbe ai maschi di tutti gli argonautoidi (una decina di specie nei generi *Argonauta*, *Ocythoe*, *Tremoctopus* e *Haliphron*), tutti apparentemente a sette braccia fino a quando non sfoderano il cospicuo braccio ectocotilizzato subito prima della copula. Peraltro, il nome improprio andrebbe applicato solo al maschio di *Haliphron atlanticus*, giacché la femmina mostra tutti gli otto tentacoli.

È sufficiente dare uno sguardo a una foto di *Haliphron atlanticus* (Fig. 4) per accorgersi che non è questa la specie effigiata nelle placchette funerarie micenee. Nel vero sette-braccia, la sacca dei visceri è molto più corta, non c'è collo (restringimento tra testa e braccia), c'è una vistosa mem-

brana che congiunge le braccia, queste sono corte relativamente al corpo e portano due file di ventose. In particolare, l'ectocotile di questa specie, cioè il braccio occultato nella tasca suboculare, è il terzo del lato destro, mentre nel gioiello funerario in questione è il lato sinistro a mancare di un braccio.

In definitiva è lampante che *Haliphron atlanticus* non è la specie di ottopode a cui di ispirò l'orafa micenea.

Ulteriori incongruenze

Per suffragare la sua ipotesi, la Hartman⁹ ha sottolineato la cospicuità fisica e, quindi, la vistosità e di *Haliphron atlanticus*, asserendo che anticamente questo cefalopode fosse ancora più cospicuo e pesasse almeno il doppio (90 kg) rispetto ad oggi. L'attuale dimezzamento del peso dell'animale sarebbe stato causato dalla sovrappesca che ha fatto diminuire anche la taglia massima di tanti altri organismi acquatici, come "gli storioni del Volga che un tempo erano lunghi 7 metri nonché merluzzi e ippoglossi del Golfo di San Lorenzo grandi come tavoli da pranzo, e cernie capaci di ingoiare una persona, come mostra un mosaico conservato nel Museo del Bardo a Tunisi" (Fig. 5). A prescindere dalla veridicità dei racconti incidentali di esploratori o dei mosaici¹⁰, non si può invocare la sovrappesca per sostenere la riduzione della taglia dei cefalopodi, giacché la riduzione dimensionale tocca gli organismi che vivono più anni, mentre non tocca quelli a vita breve quali sono i cefalopodi¹¹.



Figura 5. Cernia che ingoia un uomo. Scena poco veridica di mosaico romano (Museo del Bardo, Tunisi).

8. Bello G, *I maschi dei polpi olopelagici*, *Naturalmente*, 23(1): 34-36, 2010.

9. Hartman S, *A Mycenaean Enigma*, *cit.*

10. Della scena rappresentata nel mosaico in questione è stato scritto "These works of art and what they depict should be interpreted with caution". *Cf.*: Guidetti P, Micheli

F, *Ancient art serving marine conservation*, *Frontiers in Ecology and the Environment*: doi:10.1890/11.WB.019, 2011.

11. Si veda, per esempio, Coll M *et al*, *Assessing Fishing and Marine Biodiversity Changes Using Fishers' Perceptions: The Spanish Mediterranean and Gulf of Cadiz Case Study*, *PLoS ONE*, 9(1): e85670, 2014.

E come mai ora non si vede neanche più l'ombra di *Haliphron atlanticus* nel Mediterraneo? Anche per questa domanda la Hartman ha una risposta pronta: la solita sovrappesca! “Probabilmente, ha subito lo stesso fato dei murici da cui si estraeva la porpora, dello spondilo con cui si fabbricavano braccialetti, di *Pinna rudis* che un tempo arrivava a 1 m di lunghezza e ora non supera i 20 cm, del corallo rosso ormai prossimo alla completa estinzione in questa regione”. La verità è un'altra: le popolazioni di murici stanno probabilmente meglio oggidì rispetto ai tempi in cui erano raccolti in quantità enormi per l'industria della porpora; le popolazioni di spondili non mostrano sofferenza; la pinna il cui bisso si tesseva è la grande *Pinna nobilis* non la piccola *rudis*¹² ma, soprattutto, *Haliphron atlanticus* non è oggetto di pesca perché è raro e, per di più, perché non è commestibile a causa delle carni gelatinose.

Le antiche narrazioni

Ulteriore supporto alla balzana ipotesi di *Haliphron atlanticus* effigiato in oggettini micenei proverrebbe da balzane narrazioni del passato. “Plinio il Vecchio corrobora la probabilità che il polpo a sette-braccia fosse mediterraneo, quando riporta che Trebio Nigro sapeva di un polpo la cui testa era grande quanto una botte di 90 galloni [ca. 350 litri]¹³. A tali dimensioni corrisponde solo *Haliphron atlanticus*. Questo polpo fu catturato mentre si accingeva, per l'ennesima volta, a rubare pesce salato da una vasca a terra, a Carteia”¹⁴.

Come sappiamo, Plinio il Vecchio (23-79 d.C.) fu il primo naturalista romano a scrivere di polpi in *Naturalis Historia*. Le sue informazioni sul cefalopode sono di seconda mano, in parte basate su fonti attendibili, come le osservazioni personali di Aristotele (384-322 a.C.) riportate nella *Storia degli animali*, in parte su “osservazioni” piuttosto distanti dalla realtà, come quelle del summenzionato Trebio Nigro (I secolo a.C.). Questi, che era al seguito di Lucio Lucinio Lucullo (106?-57 a.C.) proconsole in *Hispania Baetica* (odierna Andalusia), è stato definito “abile forgiatore di fole”¹⁵.

Sappiamo di polpi comuni capaci di uscire dall'acqua per compiere brevissime incursioni predatorie¹⁶, perciò la storia rinarrata da Plinio ha un qualche fondamento. Non ne ha, invece, la riferita enorme dimensione del polpo betico, in



Figura 6. Piccolo vaso funerario da una tomba a Gournes, Creta (2100-1900 a.C.) (Museo Archeologico Nazionale di Heraklion; foto: G. Bello).

12. Purtroppo in anni recenti la pinna nobile è stata fortemente decimata da un protozoo patogeno molto aggressivo in gran parte del Mediterraneo; cfr: Catanese G, Grau A, Valencia J M, Garcia-March J R, Vasquez-Luis M, Alvarez E, Deudero S, Darri-

ba S, Carballal M J, Villalba A, Haplosporidium pinnae sp. nov., a haplosporidan parasite associated with mass mortalities of the fan mussel, *Pinna nobilis*, in the Western Mediterranean Sea, *Journal of Invertebrate Pathology*, 157: 9-24, 2018.

13. In realtà, Plinio parla di un doglio, enorme vaso di terracotta capace di 1500-2000 litri.

14. Hartman S, *A Mycenaean Enigmait*, cit.

15. Bello G, *Il polpo comune o di scoglio nell'immaginario*

collettivo, Riflessioni, Umanesimo della Pietra, Martina Franca, 34: 143-157, 2011.

16. Bello G, *Polpo di scena*, Bari, Adda Editore, 2017.

quanto il peso massimo riportato nella letteratura scientifica per *Octopus vulgaris* è di 25 kg¹⁷. Già, perché è del tutto da escludere la possibilità che si trattasse di *Haliphron atlanticus*: primo, perché vivendo in mare aperto non poteva compiere ricorrenti escursioni sulla terraferma notte dopo notte, fattibili solo per un animale costiero; secondo, perché il suo corpo gelatinoso gli avrebbe impedito di sostenersi fuori dall'acqua senza la spinta idrostatica del mezzo liquido e di strisciare efficacemente sulla terra. Tornando a Trebio Nigro, il suo racconto si può considerare veritiero nella sostanza ma non per il dettaglio delle dimensioni attribuite al polpo. Verosimilmente si trattava di un polpo comune che nottetempo compiva incursioni in una peschiera¹⁸ per rubarvi pesce. Doveva esser un polpo piuttosto grande, ma non certo corrispondente alle misure riferite dall'abile forgiatore di fole latino. Costui rientra a buon diritto nel novero di coloro che si compiacciono dell'*omnia monstra facere* deprecato da Catullo¹⁹; esagerazioni giornalistiche, diremmo oggi.

Quante braccia hanno i polpi minoici?

Uno dei più antichi vasi minoici (Fig. 6) raffigurante un polpo è stato datato tra il 2100 e il 1900 a.C. Il polpo rappresentato è piuttosto schematico, statico, simmetrico, con dieci braccia. I primi polpi con otto braccia e in posture più plastiche appartengono al cosiddetto Stile di Kamares dell'inizio del 2° millennio a.C. Un mezzo millennio dopo compare il vasellame di Stile Marino, in cui gli organismi sono tutti rappresentati con forte aderenza alla realtà, polpo incluso, naturalmente a otto braccia (Fig. 7). In seguito il polpo sarà sempre più stilizzato e con un numero di braccia dettato solo dalle esigenze artistiche dei vasai²⁰.

Tutto ciò dimostra, ancora una volta, che da un certo punto in poi, nelle civiltà minoica e micenea, il numero di braccia del polpo non corrisponde a quello della realtà zoologica ma alla fantasia creativa degli artigiani.

E dimostra pure come oggidi, visto l'opportuno cedimento delle paratie tra magisteri disparati, sia sempre più indispensabile stabilire sinergie operative tra saperi diversi – nella fattispecie, tra archeologi e biologi marini – per affrontare problemi un tempo assegnabili alla sola disciplina archeologica. ●



Figura 7. Fiaschetta in Stile Marino da Paleocastro, Creta (1500-1450); oltre al polpo si riconoscono un riccio e fronde di alghe (Museo Archeologico Nazionale di Heraklion; foto: G. Bello).

17. Jatta G, *I Cefalopodi viventi nel Golfo di Napoli. (Sistemica)*. Fauna und Flora des Golfes von Neapel, monografia 23.

18. Vasca costiera per mantenere il pesce vivo, nella cui costruzione i romani eccellevano.

19. Carme 104.

20. Alberti L, Bello G, *cit.*

La regolazione del microclima nell'alveare

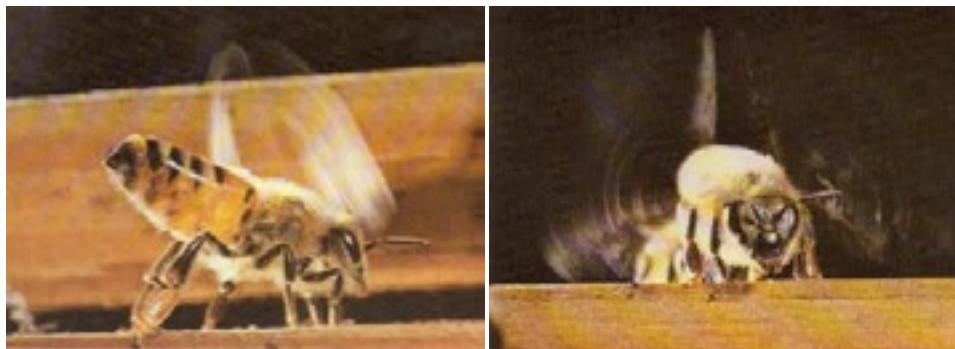
Piero Sagnibene

Le api regolano il microclima dell'alveare mediante una "omeotermia sociale": la ventilazione e il trasporto d'acqua per evitare il surriscaldamento e la formazione del glomere per mantenere una temperatura ottimale nei periodi freddi.

Le api sono dotate di particolari sistemi di difesa individuali, sia esterni che interni. Possiedono un tegumento che ricopre il loro corpo e che è intriso di sostanze antisettiche secrete da particolari ghiandole. Inoltre possiedono una flora batterica intestinale che agisce su quanto di nocivo possa essere introdotto dall'insetto tramite l'alimentazione.

Le api hanno la possibilità di innalzare la temperatura interna dell'alveare, allo stesso scopo per cui nell'uomo si verifica la febbre: il fenomeno viene detto febbre sociale e svolge la medesima funzione di protezione contro varie infezioni. Inoltre, le api sono solite cospargere la cera che costituisce i favi non solo con propoli, che possiede note proprietà microbiche, ma anche con veleno, che invece ha proprietà antisettiche.

I sensilli termorecettori, igrorecettori e di CO₂ (celoconici, ampullacei e celocapitellari) consentono alle api di percepire modeste variazioni di temperatura, umidità e anidride carbonica. Quando un alveare, in estate, comincia a surriscaldarsi e la cera potrebbe indebolirsi o sciogliersi a causa della eccessiva temperatura interna, le api ventilatrici si raccolgono sulla porta dell'alveare e, tenendo l'addome rialzato, battono con rapidità le ali in modo da inviare una corrente d'aria più fresca sui favi. Le ventilatrici si dispongono anche tra i favi, favorendo in questo modo l'evaporazione dell'acqua dal miele. Il battito delle ali può diventare così violento da determinare un forte e sordo brontolio che ricorda quello di una pentola in ebollizione. Un secondo caso di ventilazione si ha quando il nettare è presente in tale quantità da impedire alla normale corrente d'aria, che si sviluppa nell'arnia, di espellere il vapore acqueo prodotto dal nettare stesso in ebollizione.



Api ventilatrici che regolano il microclima nell'arnia tramite il battito alare.

L'allevamento delle larve richiede la temperatura interna dell'alveare a circa 33°C, e necessaria anche per fare evaporare l'acqua in eccesso dal miele contenuto nelle celle aperte (il miele contiene circa il 17% di acqua). Dapprima le api agitano vigorosamente le ali, ventilando l'alveare; ma quando il tempo è secco, e via via che la temperatura esterna si innalza, trasportano acqua all'interno dell'alveare; l'evaporazione umidifica e rinfresca la colonia. Le api eseguono questa operazione allo stesso modo di come riversano acqua nel miele, cioè facendola scendere goccia a goccia dalla loro bocca. Questo sistema di refrigerazione per mezzo dell'acqua spesso produce una notevole stabilizzazione della temperatura: un alveare il pieno sole ha una temperatura interna di 35°C anche quando quella esterna raggiunge valori molto alti. Le bottinatrici raccolgono l'acqua e le giovani api funzionano da "spruzzatori", distribuendo le gocce portate delle vecchie raccoglitrice. Nei brevi momenti in cui ritornano all'alveare per depositare le gocce, le raccoglitrice vengono anche informate se occorre continuare il trasporto d'acqua. Per tutto il tempo durante il quale continua il surriscaldamento, le giovani spruzzatrici si danno da fare e prendono l'acqua con molta enfasi. Questo fatto indica alle raccoglitrice che è necessaria altra acqua, e queste compiono un altro viaggio di approvvigionamento. Se invece l'alveare è stato sufficientemente rinfrescato, quando le raccoglitrice ritornano le api spruzzatrici non mostrano più enfasi, e le raccoglitrice non escono più per un altro carico.

Durante l'inverno, quando il miele immagazzinato viene usato come alimento (occorrono circa 30 kg di miele per permettere ad una colonia di superare l'inverno), le api si ammassano assieme formando un aggruppamento a forma di palla (glomere), metà da un lato e metà dall'altro di una serie di favi, e producono calore mediante movimenti attivi del corpo e delle ali. I glomeri si

formano ad una temperatura di 14°C, o inferiore, e riescono ad innalzare la temperatura dell'alveare fino a 24-30°C, anche quando la temperatura esterna è inferiore a 0°C. Le api al centro, essendo isolate dagli strati di altre api aggruppate intorno a loro, stanno assai calde, poiché la temperatura nell'interno del glomere può essere mantenuta anche a 38°C. Le api cambiano continuamente di posizione, cosicché ciascun individuo si sposta gradualmente dalla zona esterna fredda del glomere a quella interna calda, e poi retrocede. Questa formazione dura per tutta la stagione fredda, spostandosi gradatamente sulle superfici dei favi, e nutrendosi del cibo immagazzinato. Temperature molto basse possono tuttavia immobilizzare le api, e farle morire di fame, anche se hanno a disposizione il cibo necessario.

In un ambiente freddo, una singola ape è assolutamente incapace di conservare alta la temperatura del proprio corpo. Gli insetti sono animali pecilotermi e la temperatura interna è in accordo con quella esterna, diversamente da uccelli e mammiferi che sono omeotermi, cioè in grado di autoregolare la propria temperatura interna mediante meccanismi fisiologici. L'omeotermia permette all'animale di mantenere costante la temperatura interna del corpo mediante meccanismi fisiologici complessi e mediante strutture, come i peli e le penne, ad esempio, che rallentano la perdita di calore corporeo. Ciò consente non soltanto di affrontare climi rigidi in piena attività, ma costituisce un formidabile vantaggio competitivo poiché i muscoli sono sempre a temperatura di lavoro mentre gli animali pecilotermi sono intorpiditi o paralizzati dal freddo. Una tecnica dei fotografi naturalisti consiste nel provvedersi di un frigorifero portatile, di modo che, una volta catturato un insetto, lo si lascia in ambiente freddo per alcuni minuti. L'insetto, una volta estratto dal frigorifero, si muoverà in maniera estremamente lenta e darà modo di poterlo fotografare con cal-

ma. Tutto ciò dipende dal fatto che i muscoli hanno la loro massima efficienza entro un ambito di temperature definito, al di sotto delle quali si contraggono con estrema difficoltà e sforzo. Se le calotte polari sono dominio di mammiferi ed uccelli, ciò è dovuto proprio alla loro omeotermia. La lunghissima storia evolutiva degli insetti ha permesso ad alcuni di essi di affrontare con successo anche la sfida dei climi rigidi; ciò è dovuto ai soluti presenti nella loro emolinfa che abbassano il punto di congelamento dei liquidi cellulari ed organici; ma, in generale, gli insetti prosperano nei climi tropicali e temperati proprio perché in questi climi è minore il costo energetico per mantenere l'organismo in piena efficienza. Nei climi temperati la maggior parte degli insetti adulti non sopravvive all'inverno e le specie lo trascorrono o sotto forma di uova o di larva, oppure anche, come accade per i bombi, in uno stato di letargo. Si vede qui tutta l'importanza dell'evoluzione sociale delle api, le quali, nei giorni invernali con temperature più miti e sin dall'inizio della primavera possono sfruttare risorse precluse ad altre specie, in quanto dispongono sempre di individui adulti. Inoltre la popolazione dell'alveare non deve essere ricostituita daccapo ogni anno, ed anche il lavoro delle generazioni precedenti per la costruzione del nido viene ereditato dalle generazioni successive. Le api hanno supplito alla mancanza di un adattamento fisiologico al clima freddo con un adattamento etologico che riesce a tenere in vita i loro organismi in condizioni per loro proibitive.

Questa sorta di "omeotermia sociale" delle api è il prodotto della cooperazione e dell'esatta divisione del lavoro. L'altruismo delle api si vede in quelle che, pur trovandosi al centro caldo del glomere si spostano al freddo per far posto alle compagne. Il fenomeno è stato a lungo osservato per accertare se questo spostamento fosse forzato dalle compagne, infreddolite e desiderose di

raggiungere il punto di maggior calore, oppure se esso fosse un movimento prodotto di iniziativa dalle api della zona calda, insofferenti all'eccessivo calore. Levontine¹, illuminando l'interno dell'alveare con una lampada a infrarossi, è riuscito a filmare il fenomeno ed a stabilire che le api che si stanno portando verso il margine del glomere si muovono con la stessa attività lungo tutto il percorso. Ci si aspetterebbe una riluttanza a passare dalla zona a temperatura ottimale, posta oltre il punto caldo, alla zona fredda, ma non è così. Levontine ha documentato movimenti attivi per mantenere in tutto il percorso, verso e dal punto caldo, la velocità media di regime del ricambio di posizione. Questo regime ha due velocità: una velocità più bassa nel movimento dal margine del glomere verso il centro, dovuta alla minore possibilità muscolare a causa del freddo; una velocità maggiore il percorso dal centro al margine è però più lungo, per cui la differenza viene compensata con la maggiore velocità; infatti nel glomere le api non ripercorrono il precedente tragitto di ingresso ma si spostano lungo l'asse del glomere fuoriuscendo dal suo apice e si riportano in una posizione in cui la distanza margine-centro è proporzionata alla quantità di calore trattenuto dal riscaldamento precedente. Ed è per questa ragione, cioè la diversa capacità di ciascuna ape a trattenere calore, che il glomere non ha, come ci si aspetterebbe, una forma sferica, ma ha una forma a grappolo abbastanza conica. ●



1. Leach A W, Levontin P, Holt J, Mumford J D et al., *Preliminary Assessment of Uncertainties in GBYP*, ICCAT Collective Volume of Scientific Papers, 2012.

La disputa sul tonno

Aldo Corriero

Il sistema della ricerca scientifica attuale, divenuto ormai ossessivamente competitivo e basato su parametri come Impact Factor, ranking e numero di citazioni, ha condannato all'oblio la conoscenza acquisita prima che i suoi attuali canoni fossero codificati, sconsigliando inoltre la citazione di tutto ciò che viene collettivamente definito "letteratura grigia". Il racconto di una storica disputa sulla determinazione della maturità tipoduttiva del tonno evidenzia i limiti dell'attuale sistema di valutazione della qualità della ricerca scientifica.

Il Mediterraneo è abitato da diverse specie di tonni, ma per i popoli del Mare Nostrum il vero tonno è soltanto uno, quello che la nomenclatura binominale identifica con la parola tonno ripetuta due volte, una in latino ed una in greco: *Thunnus thynnus*. Quello che in italiano è chiamato tonno rosso, in inglese *bluefin tuna*, in spagnolo *atún rojo*, in francese *thon rouge*. Quello che i nostri pescatori chiamano tonno (e basta).

Tonno rosso / *bluefin tuna*, ma perché il nome fa riferimento a due diversi colori? Il nome comune inglese, la cui traduzione letterale è "tonno pinna blu", si riferisce al prevalente colore blu delle pinne, cosa apparentemente scontata visto che il blu è il colore del dorso, ma utile per distinguerlo da un'altra specie di tonno che popola le fasce tropicali e subtropicali dell'Atlantico e del Pacifico. Quest'ultimo, molto simile morfologicamente al tonno rosso, è però caratterizzato dal colore giallo brillante delle pinne dorsali, della pinna anale e delle pinnule: il tonno pinna gialla (*Thunnus albacares*). Nel Mediterraneo non vi è possibilità di confondere le due specie, essendo il tonno pinna gialla assente, e pertanto si è affermato il nome comune "tonno rosso", declinato nelle diverse lingue, riferito al colore rosso mattone delle sue carni ricche di mioglobina. Per completezza, è necessario aggiungere che il nome tonno rosso identifica anche altre due specie: il tonno rosso del Pacifico (*Thunnus orientalis*), presente solo nell'Oceano Pacifico, e il tonno rosso australe (*Thunnus maccoyii*), presente in tutti e tre gli oceani ma esclusivamente nell'emisfero meridionale.



Figura 1. Tonno rosso atlantico (*Thunnus thynnus*) (immagine di pubblico dominio da https://it.wikipedia.org/wiki/Thunnus_thynnus).

Se avete resistito fin qui e non siete già passati all'articolo successivo, potreste essere interessati al fatto che, oltre alle specie di tonni finora menzionate, ne esistono altre 12, tutte appartenenti alla tribù Thunnini della famiglia Scombridae, nell'ordine Perciformes. Tra queste, quelle che coabitano con il tonno rosso nel Mediterraneo sono il tonno alalunga (*Thunnus alalunga*), il tonnetto striato (*Katsuwonus pelamis*), l'alletterato (*Euthynnus alletteratus*), il tombarello (*Auxis rochei*). Fatta questa breve introduzione, d'ora in avanti mi riferirò esclusivamente al tonno rosso atlantico, chiamandolo tonno (e basta), suggerendo a chi vuol saperne di più sulle altre specie di tonni di vistare il sito FishBase (www.fishbase.org), punto di partenza obbligato per chiunque voglia approfondire la conoscenza di una specie ittica.

Il tonno (Fig. 1) è uno dei teleostei più grandi, più veloci e di più ampia distribuzione. Può superare i 600 kg di peso corporeo e 4 metri di lunghezza¹ ed è in grado di compiere migrazioni transatlantiche².

Il tonno è diffuso nell'Oceano Atlantico e nei mari adiacenti, soprattutto nell'emisfero settentrionale (da ciò deriva il nome comune inglese *northern bluefin tuna*, usato in passato per questa specie). La sua distribuzione geografica si estende dal Canada al Brasile nell'Atlantico occidentale e dall'Islanda alle Isole Canarie nell'Atlantico orientale³. La Commissione Internazionale per la Conservazione dei Tonni Atlantici (ICCAT) gestisce la pesca del tonno sul presupposto dell'esistenza di due popolazioni, quella dell'Atlantico occidentale e quella dell'Atlantico orientale, separate dal 45° meridiano Ovest. Questa

suddivisione in due popolazioni, o meglio due *management units* (unità gestionali) deriva dalla presunta esistenza di due distinte aree riproduttive, Golfo del Messico e Mar Mediterraneo, in cui le due popolazioni si riprodurrebbero seguendo "programmi riproduttivi" diversi, vale a dire diverse età di prima maturità e diversi periodi di deposizione. Secondo questo modello, ogni individuo tornerebbe nella propria area di nascita per riprodursi a sua volta, esibendo un comportamento migratorio noto come *natal homing* (ritorno al luogo di nascita).

A partire dall'inizio del XXI secolo, una gran quantità di dati sulla struttura di popolazione del tonno sono stati ottenuti mediante campagne di marcatura elettronica, analisi del DNA⁴ e analisi di elementi chimici presenti in tracce (i cosiddetti microcostituenti), la cui concentrazione negli otoliti dipende da quella nell'ambiente in cui l'animale ha trascorso le prime fasi di vita, consentendo di identificare con un buon grado di precisione l'area di nascita⁵. Il quadro emerso dall'interpretazione combinata dei dati di marcatura elettronica e da quelli ottenuti dalle analisi genetiche e microchimiche, è sintetizzabile come segue: il tonno nasce in una delle due aree riproduttive (Golfo del Messico o Mar Mediterraneo); ogni individuo, raggiunta la maturità sessuale, torna nella sua area natale per riprodursi, determinando quindi una netta segregazione genetica delle due popolazioni; nei periodi intergenetici, le due popolazioni coabitano nelle aree ricche di alimento dell'Oceano Atlantico settentrionale, per poi tornare a riprodursi ciascuna nella propria area di nascita. Questo modello è coerente con i dati ottenuti dagli esperimenti di marcatu-

1. <https://www.fishbase.in/Summary/SpeciesSummary.php?ID=147&AT=atlantic+bluefin+tuna>.

2. Lutcavage M, Brill RW, Skomal G B, Chase B C, Howey PW. *Results of pop-up satellite tagging of spawning size class fish in the Gulf of Maine: do North Atlantic blue-*

fin tuna spawn in the mid-Atlantic? Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 56: 173-177, 1999. // Block B A, Teo S L H, Walli A, Boustany A, Stokesbury MJW, Farwell C J, Weng K C, Dewar H, Williams T D, *Electronic tagging and population structure of Atlantic bluefin tuna*. Nature, 434: 1121-1127, 2005.

3. Mather F J, Mason J M, Jones A C, *Historical document: life history and fisheries of Atlantic bluefin tuna*. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Memorandum, NMFS-SEFSC 370, 1995.

4. Boustany A M, Reeb C A, Block B A, *Mitochondrial DNA and electronic tracking reveal*

population structure of Atlantic bluefin tuna (Thunnus thynnus), Marine Biology, 156: 13-4, 2008.

5. Rooker J R, Secor D H, De Metrio G, Schloesser R, Block B A, Neilson J D, *Natal homing and connectivity in Atlantic bluefin tuna populations*, Science, 322: 742-744, 2008.

ra elettronica⁶, i quali hanno mostrato che i tonni nati nel Mediterraneo o rimangono nel Mediterraneo oppure attraversano lo Stretto di Gibilterra per dirigersi verso Nord, alla ricerca di aree ricche di nutrienti e di clorofilla, dove si instaurano ricche catene trofiche adatte alle loro elevate esigenze energetiche. Questi tonni migratori talvolta rimangono nell'Atlantico orientale lungo le coste europee o, più frequentemente, effettuano traversate transoceaniche per stabilirsi al largo delle coste americane dove si mescolano con la popolazione locale. Ciò spiega perché nelle aree trofiche dell'Atlantico nord-occidentale si rinvenivano contemporaneamente esemplari con concentrazioni di microcostituenti negli otoliti riconducibili sia al Mar Mediterraneo sia al Golfo del Messico⁷.

Fino a tutto il primo decennio di questo secolo, la regolamentazione della pesca a cura dell'ICCAT non si è dimostrata molto efficace nel perseguire l'obiettivo di assicurare la stabilità delle popolazioni, anche a causa degli scarsi controlli, della diffusa pesca illegale e del rifiuto di numerosi Paesi di sottoporsi volontariamente alla giurisdizione dell'ICCAT⁸. Nel 2011, il preoccupante declino del pescato, presagio dell'imminente collasso della/e popolazione/i, ha indotto l'ICCAT a dare avvio ad un piano pluriennale di *restocking* (ripristino dello stock), consistente nella riduzione significativa dei quantitativi pescabili, nell'imposizione di una taglia minima di cattura e nell'individuazione di aree interdette alla pesca, i cosiddetti santuari. Il piano di *restocking*, tuttora in vigore, ha dato ottimi risultati, consentendo una graduale e costante ripresa della popolazione.

Uno dei pilastri della logica della gestione separata delle due popolazioni è rappresentato dalla

contestatissima presunta differenza nel raggiungimento dell'età di prima riproduzione. Alcuni tra i ricercatori che si occupano della biologia del tonno considerano la differente età di prima maturità come una certezza indiscutibile. Questa certezza, unitamente a quella relativa all'esistenza delle due esclusive aree di riproduzione, ha guidato l'adozione di misure gestionali differenti per le due popolazioni, che, tradotto in pratica, significa differenti quantitativi di biomassa pescabile (*Total Allowable Catches*), calcolati sulla base delle differenti dimensioni delle due supposte popolazioni. Infatti, le catture consentite sono circa dieci volte maggiori per la popolazione orientale rispetto a quella occidentale, la cui biomassa stimata sarebbe molto più piccola.

L'evoluzione del parametro taglia/età di prima maturità⁹ nella percezione degli addetti ai lavori nel corso di un secolo di ricerche, è particolarmente interessante ed emblematica di come la scienza moderna abbia definitivamente condannato all'oblio la conoscenza acquisita prima che i suoi attuali canoni fossero codificati. I primi dati relativi alla pubertà del tonno risalgono agli anni '20 del secolo scorso ed erano basati essenzialmente su osservazioni relative all'aspetto macroscopico delle gonadi degli esemplari catturati e macellati nelle tonnare. Questo antico e ormai quasi leggendario attrezzo di pesca¹⁰ era diffuso in tutto il Mediterraneo e consentiva la cattura di tonni intercettati durante le migrazioni verso le aree riproduttive. Durante tali migrazioni, i tonni mobilitano le loro riserve energetiche per produrre grandi quantità di tuorlo da accumulare negli oociti degli enormi ovari, che raggiungono il 10-15% del peso del corpo e possono contenere centinaia di milioni di uova (Fig. 2).

Gli imponenti cambiamenti che avvengono nel-

6. In un certo numero di tonni, viene inserito un dispositivo (marca) tracciabile con tecnologia satellitare, concettualmente simile ai dispositivi inseribili nelle nostre auto per rintracciarle in caso di furto. Esistono due tipologie di marche elettroniche: le *pop-up tags* vengono applicate al dorso del pesce, si staccano automatica-

mente dopo un tempo prefissato e si portano in superficie per segnalare la posizione al momento del distacco; le *archival tags* vengono inserite mediante un piccolo intervento chirurgico nella cavità addominale e sono dotate di un piccolo sensore esterno mediante il quale registrano dati di profondità e luce che vengono utilizzati,

solo se il pesce viene ricatturato e la marca recuperata, per ricostruirne i movimenti.

7. Rooker, cit.

8. L'elenco dei Paesi che aderiscono all'ICCAT è disponibile alla pagina <https://www.iccat.int/en/contracting.html>.

9. Taglia intesa come "lunghezza alla forca", dalla punta del muso alla biforcazione della coda.

10. Definire la tonnara "attrezzo di pesca" è limitativo perché, in realtà, le tonnare costituivano una vera e propria attività industriale.

le gonadi degli esemplari che si preparano alla riproduzione hanno consentito, agli osservatori esperti, di distinguere tra animali adulti ed esemplari sessualmente immaturi, nei quali le gonadi rimangono quiescenti durante il periodo riproduttivo. Poiché l'uso delle tonnare era diffuso in particolare in Spagna e in Italia, non ci meraviglia che i primi ricercatori a pronunciarsi sull'età di prima maturità del tonno siano stati principalmente italiani e spagnoli. Ci piace a questo proposito sottrarre all'oblio i nomi di studiosi come Pasquale Arena, Julio Rodriguez-Roda, Raimondo Sarà, Luigi Sanzo, Andrea Scaccini, Concettina Scordia e Massimo Sella, che hanno ottenuto preziose informazioni sulla biologia e sulle migrazioni del tonno sulla base dei dati di pesca delle tonnare e dell'osservazione del materiale biologico proveniente dalla macellazione dei tonni di mattanza.

Il sistema della ricerca scientifica attuale, divenuto ormai ossessivamente competitivo, richiede agli adepti un rigoroso rispetto dei suoi canoni. Ciò si traduce, tra l'altro, nella pressante richiesta di pubblicare i risultati della ricerca su riviste dotate di *Impact Factor* e con *Ranking* (ovvero po-



Figura 2. Ovari maturi di tonno rosso. Lunghezza ca. 50 cm, peso individuale: ca. 5 kg (foto: A. Corriero).

sizione nella classifica della categoria di appartenenza della rivista) quanto più elevati possibile. Tra le regole comunemente elencate nelle "Istruzioni per gli Autori" delle riviste scientifiche più ambite, ve n'è generalmente una che prevede la sola citazione di articoli pubblicati su riviste presenti nei cataloghi ufficiali (comunemente indicate come "riviste indicizzate"), sconsigliando di conseguenza la citazione di rapporti tecnici, atti di congressi e di tutto ciò che viene collettivamente definito "letteratura grigia".

In ossequio ai canoni forzosi della moderna scienza, i risultati dei primi esperimenti sulle migrazioni del tonno, condotti con le moderne tecniche di marcatura satellitare negli Stati Uniti tra la fine degli anni '90 del secolo scorso e l'inizio dell'attuale, sono stati elaborati ed interpretati come se si fosse al tempo zero della ricerca sul tonno, essendo la conoscenza pregressa disponibile solo su articoli di letteratura grigia. In particolare, i dati di marcatura elettronica avevano registrato movimenti di massa dei tonni verso due aree principali nel periodo riproduttivo, come s'è detto, il Golfo del Messico e il Mar Mediterraneo. Inoltre, il tracciamento elettronico mostrava che nel Golfo del Messico, durante il presunto periodo di riproduzione, entravano esclusivamente esemplari di grandi dimensioni, i cosiddetti "giants", inducendo alla conclusione che il tonno dello stock occidentale si riprodurrebbe solo a partire dalla taglia di 200 cm di lunghezza alla forca (a cui corrispondono almeno 12 anni di età). Contemporaneamente, la ricerca sulla riproduzione del tonno in Europa, condotta mediante analisi istologica delle gonadi e mediante determinazione dell'età effettuata tramite la conta degli anelli di accrescimento presenti in alcune strutture ossee (Fig. 3), riportava risultati molto diversi, confer-

mando le antiche osservazioni che testimoniavano un'età di prima maturità intorno ai 4 anni¹¹. Come accennato in precedenza, questa discrepanza nell'età di prima maturità (12 vs 4 anni) ha rappresentato uno dei capisaldi della supposta esistenza di due popolazioni distinte di tonno. Ci sono voluti quasi venti anni perché venisse dimostrato, anche mediante l'analisi dell'espressione dei geni di β FSH e β LH (gonadotropine ipofisarie), che nell'Atlantico occidentale i tonni si riproducono già all'età di 5 anni. Queste recenti evidenze sono state confermate dal rinvenimento di larve di tonno al largo delle coste americane settentrionali (Slope Sea), dove è nota la presenza di individui di età notevolmente inferiore rispetto a quelli riscontrati nel Golfo del Messico. Ciò ha restituito dignità alle ricerche condotte dai nostri predecessori, relegate nel dimenticatoio da una certa scienza di parte, aprendo così la strada

ad una rielaborazione complessiva del programma riproduttivo e della stessa struttura di popolazione del tonno¹².

Mi piace concludere questo articolo ricordando l'incipit del film "L'attimo fuggente" in cui un beffardo professore di letteratura, magnificamente interpretato da Robin Williams, invita gli studenti a leggere il libro di testo alla pagina in cui vengono fornite istruzioni su come valutare un'opera letteraria, ovvero costruendo un grafico con i parametri "Perfezione" in ascissa e "Importanza" in ordinata, per invitare subito dopo gli increduli allievi a strappare la pagina del libro appena letta. Circa trent'anni dopo, credo sia arrivato il momento di interrogarsi sulla opportunità di riconsiderare un sistema di valutazione senza anima della ricerca scientifica, che si affida ciecamente a freddi parametri come *Impact Factor*, *ranking* e numero di citazioni. ●

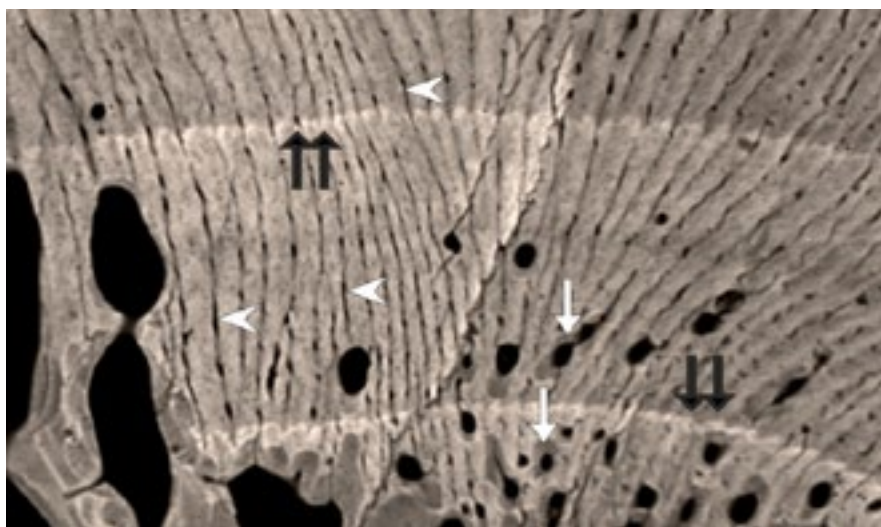


Figura 3. Microradiografia di una sezione trasversale della prima spina della pinna dorsale di tonno rosso che mostra la tipica alternanza di bande di accrescimento stagionali utilizzate per la determinazione dell'età. Le teste di freccia indicano i canali vascolari, le frecce gli osteoni e le doppie frecce le bande radiopache, corrispondenti al rapido accrescimento estivo dell'osso (microradiografia di Mariasevera Di Comite).

Ringraziamenti

Sono grato alla prof.ssa Mariasevera Di Comite per la concessione dell'uso della sua microfotografia.

11. Corriero A, Karakulak S, Santamaria N, Deflorio M, Addis P, Desantis S, Cirillo F, Fenech-Farrugia A, Vassallo-Agius R, de la Serna J M, Oray Y, Cau A, De Metrio G, *Size and age at sexual maturity of female bluefin tuna*

(Thun13. Corriero A, Heinisch G, Rosenfeld H, Katavić I, Passantino L, Zupa R, Grubišić L, Lutcavage M E, *Review of sexual maturity in Atlantic bluefin tuna, Thunnus thynnus (Linnaeus, 1758)*, Reviews in Fisheries Sciences & Aquacul-

ture, 28: 182-192, 2020.

12. Corriero A, Heinisch G, Rosenfeld H, Katavić I, Passantino L, Zupa R, Grubišić L, Lutcavage ME, *Review of sexual maturity in Atlantic bluefin tuna, Thunnus thynnus*

(Linnaeus, 1758), Reviews in Fisheries Sciences & Aquaculture, 28: 182-192, 2020.

fare scuola



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

A qualsiasi livello di scuola non è facile fare educazione scientifica in modo culturalmente significativo. Si rischia di dare una formazione "scolastica" sterile, inutilizzabile fuori della classe: nozioni isolate e frammentarie scollegate dal contesto culturale a cui appartengono, osservazioni ed esperimenti di per sé autoevidenti avulsi dal contesto globale delle idee e degli eventi capaci di interpretarli.

Oggi ancora più di ieri, la formazione degli insegnanti è una priorità irrinunciabile per tradurre l'azione didattica in termini di competenze, per questo abbiamo ritenuto utile proporre una riflessione di Paolo Guidoni sull'insegnare scienze. L'autore, che da molti anni porta avanti un lavoro di ricerca su come si fa a provocare, suscitare, stabilizzare una crescita di cultura scientifica di base, individua quattro tipi di competenze necessarie per concertare e integrare risorse umane e culturali.

Per esemplificare tali competenze l'articolo è accompagnato da una proposta di attività rivolta alla prima classe della scuola primaria.

Insegnare scienze*

Paolo Guidoni

Insegnare scienza rappresenta una sistematica interazione culturale, che impone un continuo riscontro del capire-capirsi fra persone diverse, una continua progettazione e preparazione del capire stesso. L'autore approfondisce quattro aspetti-dimensioni dell'insegnamento la cui integrazione sembra indispensabile perché si possa insegnare e si possa imparare: la competenza pedagogica differenziata, la competenza disciplinare differenziata e integrata, la competenza di programmazione e strutturazione dell'intervento didattico e dell'attività di classe e la competenza di "ascolto" in senso lato nei confronti dei ragazzi.

Insegnare

Da sempre ogni società umana è caratterizzata da modi e forme diversificati e specifici di insegnare, cioè di raccordare le realtà e le potenzialità di ogni nuovo umano che nasce alle realtà e alle potenzialità del mondo in cui viene a trovarsi immerso. Si tratta di mettere in relazione, di indirizzare a sviluppi reciprocamente risonanti le tre fondamentali tipologie di *potenzialità a priori* destinate a "mettere in forma" ogni nuovo nato:

- le potenzialità individuali secondo specie, acquisite biologicamente come eredità evolutiva;
- le potenzialità sociali secondo cultura, in tutte le loro configurazioni di significato;
- le potenzialità esperienziali secondo ambiente, in tutte le loro manifestazioni naturali o artificiali.

Le diverse potenzialità sono per necessità evolutiva profondamente correlate e intrecciate tra loro. Correlazioni e intrecci, ovviamente filtrati, modulati e indirizzati non solo dall'insegnare finalizzato, ma anche dai casi della vita, danno comunque luogo a "forme" umane individuali sempre profondamente distinte e differenziate. Se "va bene" reciprocamente integrate in una comune costruzione sociale.



* Dalla presentazione di *Osservare i viventi*, edizioni ETS (in corso di stampa), edizione ampliata e aggiornata di *Organismi viventi* di Arcà, Mazzoli, Sucapane.

Da un po' di tempo insegnare ha cominciato a cambiare un po' di significato: da forma di comunicazione che va in una sola direzione – chi sa, spiega o fa vedere a chi non sa, poi accertandosi che abbia “appreso” – si sta culturalmente trasformando in una forma “dialettica” di relazione: per cui si considera compito essenziale dell'insegnamento non solo trasmettere contenuti e abilità culturali, ma anche inter-agire con chi impara, in modo che questi si *appropri* dei loro significati, rendendoli disponibili a un uso il più possibile autonomo e creativo. Ma perché insegnare possa avere un senso di questo tipo, bisogna cominciare col *capire come si fa a capire*: per quali strade, con quali connessioni, gli eventi e le loro spiegazioni, le evidenze dell'esperienza e le loro rappresentazioni culturali si possono via via organizzare in strutture significative per l'individuo e per la società.

In ogni caso l'insegnamento, “buono” o “cattivo” che sia, modifica le persone che imparano. Ogni sapere, come ogni modo di sapere, rende diversi e ogni cambiamento delle conoscenze influenza sia ciò che si potrà imparare in seguito, sia, a volte, i modi stessi in cui capire diventa possibile. In un certo senso però, anche insegnare rende diversi. In particolare, per esempio, insegnare scienza rende più consapevoli della complessità dei fatti e della difficoltà della loro comprensione; mette in evidenza come quello che si cerca di spiegare a tutti prenda ogni volta, e in ciascuno, una forma diversa: le tante forme di quello che i ragazzi capiscono o non capiscono. E mentre si costruisce conoscenza negli altri, ci si accorge che anche le proprie conoscenze si trasformano e cambiano: nello spiegare e nello spiegarsi le cose, nel cercare i modi che incidono più profondamente sulla formazione di chi apprende. E si impara che quello che sembra evidente non è evidente per tutti, che ogni nuova informazione si trasforma entran-

do a far parte dei diversi patrimoni individuali, che ogni padronanza di nuovi significati è condizionata da precedenti esperienze, che la comunicazione e il linguaggio sono spesso ambigui, che le interpretazioni dei fatti non sempre sono coerentemente organizzate, né si trovano facilmente parole adatte a esprimerle¹.

Le conoscenze dei ragazzi

Insegnare scienza diventa allora una sistematica interazione culturale, che impone un continuo riscontro del capire-capirsi fra persone diverse, una continua progettazione e preparazione del capire stesso. E bisogna saper immaginare quali sono le difficoltà profonde che i ragazzi incontrano nell'organizzare coerentemente il proprio pensiero, e che implicitamente generano molti cattivi apprendimenti.

Se insegnare non è facile, capire è difficile: anche perché non esiste un unico modo giusto di conoscere il mondo. Ognuno, di volta in volta, ne prova tentativamente di diversi, capaci di mettere in evidenza particolari aspetti della realtà, finché, in una comprensione più ampia, vari modi si intrecciano e si integrano in ricostruzioni più coerenti, più efficacemente finalizzate a uno scopo, comunque sempre suscettibili di essere migliorate. E sempre, in ogni capire, confluiscono approcci analitici e sintetici, per analogia o per inferenza, per continuità o per discretizzazione, per organizzazione numerica o per organizzazione spaziale, spesso difficili da specificare e da gestire: soprattutto davanti a proposte di insegnamento che tendono a cambiare progressivamente i modi di capire, e quindi a rimettere in questione le complesse reti di significato finora costruite.

La conoscenza dei fatti

D'altra parte per insegnare scienza è necessaria una buona conoscenza dei fatti di realtà: bisogna

1. Dehaene S, *Imparare. Il talento del cervello, la sfida delle macchine*, Milano, Raffaello Cortina Editore, 2019.

saperli guardare-vedere nelle forme concrete del loro svolgersi “naturale”, e nelle loro potenzialità di ricostruzione astratta; bisogna portare i ragazzi a guardarli-vederli allo stesso modo e a padroneggiare gli strumenti formali adatti ad interpretarli secondo la cultura adulta. Allo stesso tempo bisogna selezionare, dalla complessità del reale, quello che meglio si presta didatticamente per avviare chi impara ad una autonomia di conoscenza, al piacere di capire, alla soddisfazione di fare un lavoro intelligente e produttivo, motivante e gratificante insieme. Si devono così scegliere fatti “emblematici” che permettano cioè di capirne altri ad essi simili, che siano di sostegno per la schematizzazione e la interpretazione di altre situazioni, che si prestino ad aprire problemi e interessi su cui si possa lavorare e discutere “trasferendoli” in classe. Per insegnare scienze si scelgono allora fatti “naturalisti” adatti ad essere trasformati in fatti “artificiali”, in qualche modo riproducibili e controllabili in laboratorio, in esperimenti, in attività concrete: perché i ragazzi si cimentino con le regole del mondo anche attraverso le difficoltà delle “vere ricostruzioni artificiali”, anche attraverso la complessa relazione che lega ogni schematizzazione ai fenomeni rispetto a cui deve risultare significativa.

Il curriculum

La conoscenza del mondo prende lentamente forma organizzandosi nei diversi “capire” individuali e attraverso sempre nuove esperienze continuamente cambia forma, per accogliere e comprendere nuovi aspetti di realtà. La strada da percorrere è abitualmente indicata dal curriculum didattico che, rivolgendosi di anno in anno a diversi aspetti del reale, propone vari argomenti in un programma strutturato. D'altra parte la traduzione del curriculum in insegnamento richiede di volta in volta un profondo ripensamento sulle

attività suggerite: per vederne le potenzialità e i collegamenti, interni e esterni, nella situazione concreta; per strutturare la didattica in maniera né chiusa né ripetitiva. La riflessione sui contenuti curriculari propone quindi ogni volta all'insegnante la necessaria scelta di un proprio piano di lavoro ed è importante saper guardare come in trasparenza ai diversi argomenti per immaginarne le trame e gli sviluppi, la ricchezza o i limiti. L'educazione scientifica di base ha assunto nel corso degli anni un ruolo sempre più centrale nella progettazione e nella pratica educativa. Ci si rende sempre più conto, infatti, di quanto la capacità di mobilitare, coordinare e sviluppare le dimensioni cognitive e emotive-motivazionali necessarie alla comprensione dei fatti naturali di ogni tipo costituisca, da un lato, una componente culturale autonoma e insostituibile; da un altro, un potente e continuo stimolo e supporto alla costruzione di conoscenza individuale come supporto all'autonomia; e, infine, un urgente obiettivo sociale nel rendere le persone più capaci di gestire operativamente, piuttosto che subire, la complessità e variabilità del mondo reale. Realizzare un investimento educativo a lungo termine (progettato e programmato su scala di anni), approfondito (privilegiando alcuni argomenti, su cui capire anche cosa vuol dire capire), fortemente integrato (non si possono banalmente “applicare” competenze linguistiche, o matematiche, ad argomenti di scienze, né viceversa; conoscenze fenomenologiche diverse, conoscenze disciplinari e conoscenze formali possono solo formarsi, e precisarsi, in stretta interazione reciproca) continua ad essere l'indicazione più necessaria. Di fatto, l'educazione scientifica di base è da tempo caratterizzata da una notevole quantità di sforzi sul piano sia della sperimentazione autonoma (da parte di insegnanti, singoli o a gruppi) sia della ricerca, per lo più appoggiata a piccoli grup-

pi di universitari. Molti di questi sforzi possono essere accomunati dalla ricchezza dei risultati ottenuti; dalla loro sostanziale episodicità (temporale, spaziale, di argomento); dalla mancanza di efficace comunicazione e scambio (aggiornamenti, incontri e convegni, di ogni tipo, non sono risultati adatti né sufficienti ad innescare processi di sviluppo coerente); da una sistematica ostilità da parte della struttura burocratico-organizzativa (scolastica e universitaria), che spesso e a lungo si è rifiutata sia di sostenere adeguatamente tali sforzi (selezionandoli, indirizzandoli, finanziandoli), sia di diffonderne le acquisizioni, e utilizzarne le indicazioni. Contemporaneamente, si è venuta sempre più esplicitando la consapevolezza della difficoltà ed enormità di quel compito di “aggiornamento – riconversione” di buona parte degli insegnanti, che sempre più appare come la principale strozzatura a monte di qualunque reale cambiamento².

Aspetti-dimensioni dell’insegnamento

Quattro aspetti-dimensioni dell’insegnamento la cui integrazione sembra indispensabile perché si possa insegnare e si possa imparare con significato appaiono così irrinunciabili:

Competenza pedagogica differenziata

È necessario non solo saper “stare” con i ragazzi o, più banalmente, saperli “tenere” ma anche imparare a farlo in modi che siano adatti a definire e chiarire cosa si sta facendo, e perché, e come lo si può fare, insieme. Non può esistere una pedagogia (né una programmazione, né una valutazione...) indifferenziata. Servono *modi di gestire l’interazione fra le persone, e fra le persone le cose e la cultura*, adatti agli obiettivi che di volta in volta ci si propone di conseguire. Non si può ‘fare’ la biologia come la fisica, la fisica come la matematica, le scienze come la grammatica, e

così via; non si può gestire allo stesso modo con i ragazzi un argomento da iniziare o un argomento da approfondire.

Competenza disciplinare differenziata e integrata

È necessario, per costruire nei ragazzi atteggiamenti positivi riguardo alla conoscenza del mondo (alle scienze), che l’insegnante abbia, e soprattutto sia disponibile ad acquisire “in proprio”, una *conoscenza del mondo* riguardo agli argomenti trattati che abbia spessore e significato culturale, anche al di là delle immediate utilizzazioni in classe. Questo non implica soltanto conoscenza di schemi disciplinari garantiti da un manuale (spesso incapaci di presa su come di fatto “vanno le cose”), né soltanto padronanza di schemi di attività, garantiti da successo sul piano



2. Alfieri F, Arcà M, Guidoni P, *Il senso di fare scienze*, Torino, ed. IR-RSAE Piemonte, Torino, Bollati Boringhieri, 1995

e 2001; Alfieri F, Arcà M, Guidoni P (a cura di) *I modi di fare scienze*, ed. IRRSAE Piemonte, Torino, Bollati Boringhieri, 2000.

della motivazione (spesso incapaci di far vedere cosa c'è di generale “dietro” le sequenze di fatti e operazioni), né infine soltanto analisi statistica di test oggettivi (al posto di attività, discussioni, interpretazioni). Significa porsi in posizione di *mediazione attiva*, sostanzialmente unitaria nei modi e negli scopi per tutta la scuola di base, fra come vanno le cose, come le pensa e le vede il ragazzo, come le ristruttura operativamente e concettualmente la cultura adulta³.

Competenza di programmazione e strutturazione dell'intervento didattico e dell'attività di classe

Sulla base di quanto detto nei punti precedenti, i percorsi di crescita di conoscenza attraverso l'interazione adulto-ragazzo-mondo dei fatti-mondo delle spiegazioni devono materializzarsi in strutture e sequenze di cose da dire, da far succedere, da vedere... da ricordare. Anche in questo caso, se vengono suggeriti vari modi possibili di organizzare l'iter didattico, resta ineliminabile la responsabilità dell'insegnante nel progettare, sulla base delle condizioni oggettive in cui si trova, cosa e come fare per realizzare il percorso suggerito; nell'aggiustare continuamente il progetto sulla base di quello che, di fatto, in classe succede, e quindi (questo è il nodo cruciale) può succedere.

Competenza di “ascolto” in senso lato nei confronti dei ragazzi

La ricerca, e l'esperienza, indicano questo aspetto come determinante per l'esito dell'intervento didattico. È infatti indispensabile per l'insegnante sapere quali sono le perplessità, i dubbi, le sicurezze evocate dall'argomento intorno a cui si lavora; sapere cosa i ragazzi pensano e sanno ciascuno a suo modo e come essi cambiano o non cambiano il loro sapere nel corso del tempo. Ed è altrettanto indispensabile per i ragazzi poter constatare (ascoltare... vedere...) che i compagni

non “sanno” esattamente le stesse cose, e che la discussione e il cambiamento a partire dalle diversità sono possibili, e utili – per tutti e per ciascuno.

Per concludere, provvisoriamente

Forse vale la pena di sottolineare ancora che, come già accennato all'inizio, scopo e risultato cruciale di ogni insegnare dovrebbe consistere nella *appropriazione* da parte di chi cresce di un *modo risonante di essere umano*: cioè nella consapevolezza cognitiva, operativa, emotiva... che le risorse di specie e di cultura, le risorse di natura e di “artificio”, possono essere personalmente integrate in *forme dinamiche di risonanza efficace*, dotate di significato e quindi di ‘potere’ individuale e sociale. Forme, in particolare, che permettendo a ciascuno di *diventare* (di fatto) *quello che è* (potenzialmente) gli permettono di essere contento e motivato nell'accorgersi che questa via di sviluppo è possibile e “redditizia”, e quindi può costituire un filo di continuità e di orientamento intorno a cui organizzare, insieme ad altri, il proprio unico e irreversibile *modo di vivere*. ●



3. Piano ISS, *Insegnare scienze sperimentali*, documentazione al sito: <https://www.lfns.it/PianoISS/>

Conchiglie per cominciare

Le conchiglie costituiscono un ottimo materiale “misterioso” quanto basta per affrontare con i bambini la complessità del mondo naturale.

È importante saperli guidare nell’ indagare le caratteristiche che le contraddistinguono per imparare a mettere ordine nella diversità.

Lucia Stelli e
Maria Castelli

Le quattro competenze descritte da Paolo Guidoni costituiscono un traguardo impegnativo per gli insegnanti di tutti gli ordini scolastici; un traguardo da raggiungere attraverso iniziative di formazione istituzionali in ingresso e in servizio (da sempre tutt’altro che garantite) e la riflessione sul proprio lavoro in classe. È importante considerarle tutte insieme, dal momento che la competenza disciplinare, neppure tanto integrata, né implementata negli anni, è ritenuta ancora da molti insegnanti la sola irrinunciabile. Il primo passo è dunque prendere consapevolezza di tutti questi aspetti-dimensioni, il secondo è misurarsi con essi e cercare di integrarli, il terzo incominciare a metterli in gioco.

Può essere utile un esempio di attività significativa della quale si tratteggiano alcuni momenti salienti, sufficienti da soli ad evidenziarne la portata didattica.

Una piccola premessa: fare spazio agli “oggetti naturali” nell’educazione scientifica è importante per molte ragioni; qui si evidenzia soltanto il fatto che in essi le caratteristiche che li contraddistinguono vanno cercate, individuate e isolate dalle altre e intenzionalmente scelte per operare. Si tratta di un passo nella complessità, assente nel materiale strutturato comunemente utilizzato in matematica.





A proposito dei blocchi logici, ad esempio, può essere utile questa riflessione di Alberto Manzi: “...si utilizzano per separare i ‘tondi’ dai ‘quadrati’, i ‘piccoli’ dai ‘grandi’, gli ‘spessi’ dai ‘fini’, i ‘rossi’ dai ‘gialli’, ecc. Ma queste caratteristiche non hanno lo stesso *statuto cognitivo*. Essere triangolare o quadrato è una caratteristica formale; essere piccolo o grande è addirittura un imbroglio linguistico. Infatti ‘piccolo’, che è essenzialmente un aggettivo che si riferisce ad una qualche proprietà spaziale (lunghezza, estensione, volume), viene usato come sostantivo, e analogamente per ‘grande’. Non vale! Questo può generare confusione. La cosa funziona solo perché le scatole dei blocchi logici hanno un assortimento di lunghezze volutamente selezionato. Le figure o sono grandi o sono piccole; ma in generale le cose non funzionano così. Le grandezze spaziali si confrontano, non si classificano. Anche sui colori si potrebbe discutere. Per le *proprietà spaziali* di un oggetto reale – lunghezza, estensione superficiale, volume – le cose sono molto più complicate. Infatti un qualsiasi oggetto reale, essendo comunque tridimensionale, non sarà mai dotato di una sola lunghezza o di una superficie e neanche di un volume....”¹.

Quali “oggetti reali” potrebbero essere interessanti per incominciare? E come si può affrontare la complessità che presentano? Per il mondo animale, le conchiglie marine si prestano molto bene a soddisfare il bisogno di guardarsi intorno e cercare di capire i *cosa*, i *come* e i *perché*. Producono meraviglia e coinvolgimento, viene voglia di maneggiarle e osservarle, confrontarle, immaginarle nel loro luogo naturale. Si tratta di un materiale che può apparire lontano dal mondo dei viventi, ma proprio per la sua complessità, costituisce un buon punto di partenza per mettere in comune le proprie conoscenze del mondo, il proprio vocabolario ancora necessariamente povero. Tutti i problemi che si presentano sono fondamentali per guidare i bambini a organizzare quello che vedono, secondo criteri, e prendere consapevolezza di questo modo basilare di guardare il mondo.

Fin dalla classe prima della scuola primaria, ma anche nell’infanzia, si può incominciare a esaminarne forma e superficie. La forma potrà essere triangolare, arrotondata, a cuore, allungata, schiacciata, tubolare a spirale... La superficie, liscia, a coste, ruvida, appena zigrinata...



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

Ciascuna proprietà richiede di cercare insieme “le parole adatte per capirci” ed è proprio dalla condivisione delle parole e dalla ricerca della loro univocità che si incomincia a dare senso al processo di osservazione avviato con l’esplorazione del mondo attraverso i cinque sensi.



Dopo l’osservazione, sarà naturale rispondere al bisogno di fare un po’ di ordine in questa grande varietà, affrontando la classificazione. Sicuramente qualcuno avrà già cominciato a mettere le mani nel mucchio di conchiglie alla ricerca delle diverse forme. L’insegnante può incoraggiare la voglia di separarle e raggrupparle chiedendo: “Quali conchiglie stanno bene insieme?”

L’unica condizione posta sarà quella di spiegare agli altri il criterio di scelta adottato. Alcuni spiegheranno estesamente i loro motivi, altri semplicemente metteranno un’“etichetta” per ogni gruppo di conchiglie: chioccioline, vongole, madreperle, tortiglioni, coppette... C’è già il tentativo di attribuire un “nome di classe” al gruppo. Ci si rende conto che quanto più il linguaggio viene usato in modo “preciso”, tanto più sarà possibile riconoscere le conchiglie in modo univoco. Sarà anche importante far disegnare a ciascun bambino “la forma” che rappresenta ogni



gruppo. Attraverso il disegno dal vero può essere sviluppata una consapevole capacità grafico-simbolica e promossa la capacità di osservare e di porsi domande, la cui portata cognitiva va ben al di là del curricolo di biologia.

È probabile che qualcuno proponga di separare le conchiglie in piccole, grandi e medie. Ci si accorgerà subito di quanto sia difficile ordinare per grandezza conchiglie di specie diverse. È più grande un “cuore” di piccole dimensioni o una grossa “chiocciola”? È più grande un cannolicchio o una cozza? I bambini si scontrano con un problema veramente complesso.



Occorre riflettere e ragionare per convincersi che sarà più semplice ordinare per grandezza le conchiglie che appartengono al gruppo di quelle che hanno la stessa forma. Nel gruppetto ad esempio dei soli cardium, scatta immediatamente, quasi senza accorgersene, una facile ed accurata capacità di confronto.

Ecco allora che tutte le conchiglie di ciascun gruppo si allineano secondo la loro taglia, permettendo analisi più approfondite delle proprietà spaziali di ciascuna specie.

Un'altra questione interessante che può essere affrontata riguarda la provenienza e l'essenza delle conchiglie.

Ecco un breve stralcio di conversazione avviato dall'insegnante con la domanda: "Secondo voi dove sono state trovate queste conchiglie?"

Marco: *Sono conchiglie marine. Si raccolgono nel mare e sulla spiaggia*

Federico: *Queste conchiglie non sono più abitate*

Marco: *Quando è abitata, sta nell'acqua, sotto la sabbia; quando non è abitata si trova sulla sabbia, perché ce la portano le onde.*

Insegnante: *Che vuol dire abitata?*

Marco: *Come uno che sta in casa, in una casa; c'è un nervo che la tiene.*

Insegnante: *E chi le abita?*

Barbara: *Un animale piccolo. È come dentro l'animale della chiocciola.*

Marcello: *Una vongola piccola piccola; è viva perché non è fatta come il suo guscio.*

Insegnante: *Ma chi le fa queste conchiglie? Come si formano?*

Guido: *Si formano dentro il mare.*

Natascia: *Sono fatte con l'acqua e la terra e la sabbia e il mare le fa nascere.*

Si intravede l'idea di un ambiente, quello marino, che rende possibile e "produce" gli esseri viventi che lo abitano. È una preziosa chiave di lettura ambientalista della natura che suggerisce un contesto ricco di relazioni e indica una modalità di indagine per lo studio di altri esseri viventi. C'è tempo per dire come stanno realmente le cose, all'inizio è più importante alimentare la curiosità e la ricerca di risposte. Sapere cosa gli alunni pensano e sanno è davvero indispensabile affinché l'insegnante non parli a se stesso e possa concertare tutte le risorse in gioco in forme dinamiche di risonanza efficace. ●



Hanno collaborato a questo numero:

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

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

Silvana Borgognini è stata professore ordinario di Antropologia presso la Facoltà di Scienze dell'Università di Pisa. Ha pubblicato in tre principali settori di ricerca: Paleoseologia e Paleobiochimica; Biologia delle popolazioni umane antiche ed Etologia dei primati, lavorando su aspetti relativi alle attività di sussistenza, al dimorfismo sessuale e sulla gestione dei conflitti.

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

Aldo Corriero, è professore associato di Anatomia degli Animali Domestici presso l'Università degli Studi di Bari Aldo Moro. È autore di numerose pubblicazioni scientifiche su gametogenesi, riproduzione e accrescimento del tonno rosso. Ha fatto parte del panel di esperti incaricati dalla Commissione Internazionale per la Conservazione dei Tonni Atlantici dell'organizzazione del "Workshop on bluefin tuna reproductive biology" e, a Novembre 2018, ha partecipato allo stesso workshop in qualità di key-note speaker. È membro del Comitato Tecnico Scientifico dell'Infrastruttura for Atlantic bluefin tuna aquaculture dell'Istituto Spagnolo di Oceanografia.

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

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

Paolo Guidoni, docente di Fisica teorica, ricercatore in Fisica sperimentale delle particelle, ha approfondito la modellizzazione dell'apprendimento in area scientifico-matematica-linguistica, collaborando con A. Manzi e MCE. e ha curato in SSIS l'insegnamento integrato di matematica e fisica e la formazione primaria. Membro della Scuola Internazionale "Enrico Fermi" di Varenna, è attualmente impegnato nella stesura di "Percorsi attraverso Spiegare&Capire", concernenti la matematica per la scuola di base e la fisica fino al livello universitario.

Luca Mazzocchi, da più di 30 anni fotografa le api, unendo la passione per la fotografia a quella per le api, ereditata dal padre apicoltore. Con la sua fotocamera documenta i vari aspetti della loro vita sociale per poi allestire mostre didattico-fotografiche. Ha realizzato servizi fotografici sulle api, vespe e calabroni per importanti riviste nazionali.

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

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

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*.

Vincenzo Terreni, laureato in Biologia, ha insegnato a Pontedera curando i siti Scienze a Scuola, *NATURALMENTE Scienza*, Laboratorio Didattico Territoriale. Si occupa di formazione per docenti di Scienze sperimentali.

