

naturalmente scienza

febbraio 2025

anno 6

numero 1

quadrimestrale

in questo numero:

IN PRIMO PIANO: *Specie alloctone* di Valentina Vitali • *Il granchio blu* di Piero Sagnibene • *Biodiversità vegetale e invasioni biologiche* di Lorenzo Peruzzi • *Invasioni aliene. Il caso della lucertola campestre* di Marco Zuffi • RITRATTO DI FAMIGLIA: *Kiwadae* di Valentina Vitali • FOCUS: *Il processo di comprensione dei testi: meccanismi cognitivi e componenti emotive* di Maria Chiara Levorato • *La lettura è una competenza cognitiva giovane* di Marirosa Di Stefano • UNO SCATTO ALLA NATURA: *Ragnatele a lenzuolo (con imbuto)* di Raffaello Corsi e Malayka Picchi • CONTRIBUTI: *La squadra degli avvelenati volontari. La storia sconosciuta della nascita della sicurezza alimentare* di Eleonora Polo • *La "marcia del progresso": storia di una (brutta) figura* di Maria Turchetto • SORELLE SCIENZIETTE: *La radio: onde elettromagnetiche che piacciono a tutti* di Lucia e Margherita Duca • FARE SCUOLA: *Questione di metodi* di Lucrezia Predali • *Leggere storie ad alta voce* di Annamaria Brodini • *Comprendere i problemi di matematica: cominciamo dai problemi storia* di Lucia Stelli

Direttore responsabile

Alessandra Borghini

Direzione scientifica

Vincenzo Terreni, Maria Turchetto

Comitato editoriale

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

Proprietà della testata

Vincenzo Terreni

Comitato scientifico

Germano Bellisola (Liceo Classico Vicenza), Elena
Bonaccorsi (Università di Pisa), Silvia Caravita
(CNR Roma), Aldo Corriero (Università di Bari),
Elena Falaschi (Università di Pisa), Elena Gagliasso
(Università di Roma "La Sapienza"), Irene Gatti
(MIM Roma), Bruno Massa (Università di Palermo),
Alessandro Minelli (Università di Padova), Stefano
Piazzini (Liceo Scientifico Ancona), Marco Piccolino
(Università di Ferrara), Giovanni Scillitani (Università
di Bari)

Gli articoli pubblicati nelle sezioni *In primo piano*,
Focus, *Contributi* e *Fare scuola* sono sottoposti a un
processo di revisione anonimo tra pari (*blind peer
review*).

In copertina e controcopertina:

Cometa sopra Vulcano, foto di Elisa Filippi

Informazioni e contatti

<https://www.naturalmentescienza.it>

redazione@naturalmentescienza.it

+39 349 6396739

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

Registrazione presso il Tribunale di Pisa n. 1/2021

© Copyright 2022

Edizioni ETS

Palazzo Roncioni - Lungarno Mediceo, 16 - 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

Ogni habitat presenta un insieme di specie di viventi che ne caratterizzano gli equilibri interni, quindi il suo aspetto e la capacità di mantenere questi equilibri. Una foresta pluviale non ha confini insormontabili, ma quando per vari motivi viene a mancare la copertura arborea originaria, gli spazi liberi possono ospitare specie aliene invasive che potrebbero, col tempo, sostituire del tutto le popolazioni autoctone.

Ogni forma di vita si è sviluppata in condizioni ambientali specifiche e ambienti diversi ospitano popolazioni differenti; d'altra parte, in ambienti analoghi collocati in luoghi diversi del pianeta si presentano organismi viventi con caratteristiche simili. Piante, animali, funghi, protisti, batteri, virus si spostano: alcuni con mezzi propri, altri... si arrangiano. Quindi un flusso di forme di vita si sposta quanto può e si adatta alle nuove condizioni mutando, con la sua presenza, l'equilibrio precedente.

Valentina Vitali con il suo *Specie alloctone* apre il primo numero dell'anno 2025 della rivista e la sezione IN PRIMO PIANO che affronta un argomento sempre più importante a causa dell'inarrestabile tendenza all'aumento degli spostamenti di noi umani. I mezzi di trasporto sempre più veloci, che si muovono su distanze planetarie, sono involontario veicolo di specie "clandestine", oltre che di merci e di umani. Esiste una grande quantità di esempi storici di quanto l'uomo abbia aumentato la capacità di spostamento di moltissime specie senza pensiero né riguardo per i mutamenti introdotti nella biodiversità.

Risulta evidente che la soluzione a questo dannoso fenomeno non può essere semplicemente l'eliminazione programmata di centinaia o migliaia di organismi considerati erroneamente problematici ma la riorganizzazione delle dannose dinamiche umane che hanno portato e portano alla diffusione di specie in un ambiente diverso dal proprio.

SOMMARIO

IN PRIMO PIANO

Specie alloctone <i>di Valentina Vitali</i>	5
Il granchio blu <i>di Piero Sagnibene</i>	11
Biodiversità vegetale e invasioni biologiche <i>di Lorenzo Peruzzi</i>	15
Invasioni aliene. Il caso della lucertola campestre <i>di Marco Zuffi</i>	21

RITRATTO DI FAMIGLIA

Kiwadae <i>di Valentina Vitali</i>	27
---	----

FOCUS

Il processo di comprensione dei testi: meccanismi cognitivi e componenti emotive <i>di Maria Chiara Levorato</i>	31
La lettura è una competenza cognitiva giovane <i>di Marirosa Di Stefano</i>	39

UNO SCATTO ALLA NATURA

Ragnatele a lenzuolo (con imbuto) <i>di Raffaello Corsi e Malayka Picchi</i>	44
---	----

CONTRIBUTI

La squadra degli avvelenati volontari. La storia sconosciuta della nascita della sicurezza alimentare <i>di Eleonora Polo</i>	47
La “marcia del progresso”: storia di una (brutta) figura <i>di Maria Turchetto</i>	55

SORELLE SCIENZIETTE

La radio: onde elettromagnetiche che piacciono a tutti <i>di Lucia e Margherita Duca</i>	59
---	----

FARE SCUOLA

Questione di metodi. Riflessioni sulla pratica del metodo globale e del fonico-sillabico <i>di Lucrezia Predali</i>	62
Leggere storie ad alta voce <i>di Annamaria Brodini</i>	67
Comprendere i problemi di matematica: cominciamo dai problemi storia <i>di Lucia Stelli</i>	72

Specie alloctone

Valentina Vitali

Invasive alien species, introduced by humans into all biomes, are a major threat to nature, biodiversity and ecosystem services because they cause a reduction in native species and an alteration of ecosystem. The alarming fact is that the rate of introduction of alien species is extremely high and is expected to increase. To eliminate this threat, it is necessary to clearly define what is an invasive alien species and what are the real causes of the phenomenon, that are related to human activities. Prevention and preparedness are the most cost-effective actions but it is also important to raise awareness among stakeholders and local communities.

Key words: *Invasive alien species, Biodiversity, Ecosystems*

Le specie aliene invasive, introdotte dall'uomo in tutti i biomi, sono una delle maggiori minacce per la natura, la biodiversità e i servizi ecosistemici perché causano una riduzione delle specie autoctone e un'alterazione degli ecosistemi. L'aspetto allarmante è che il tasso di introduzione delle specie aliene è estremamente alto e si prevede che aumenterà. Per eliminare questa minaccia è necessario definire chiaramente cos'è una specie aliena e quali sono le reali cause del fenomeno, che sono collegate alle attività umane. La prevenzione e la preparazione sono le azioni più efficaci ma è importante anche sensibilizzare le varie parti interessate e le comunità locali.

Era il 1909 quando a Flora Patterson, brillante micologa statunitense, è stato chiesto di ispezionare i 2000 ciliegi che il Giappone, la cui cultura è particolarmente legata a questa specie dalla fioritura rosata, aveva deciso di donare in segno di amicizia e alleanza agli Stati Uniti. Ed è grazie all'attenta analisi svolta dalla Patterson che almeno in quell'occasione si è riusciti a scongiurare un grave rischio: è subito emerso che quegli alberi presentavano molti anelli di crescita morti, segnale tipicamente associato ad una malattia fungina, e le successive indagini hanno permesso di individuare funghi del genere *Pestalozzia*. L'invio da parte del Giappone di un numero ancora maggiore di ciliegi, tuttora protagonisti del celebre Cherry Blossom



Festival di Washington, ha risolto l'imbarazzante inciampo diplomatico tra i due Stati ma l'elemento più interessante è che questa esperienza e il lavoro della micologa hanno fortemente contribuito a introdurre nel 1912 l'obbligo di ispezionare con cura le piante in arrivo nei porti degli Stati Uniti e di trattenere in quarantena gli esemplari sospetti; le analisi dovevano essere eseguite sempre dalla Patterson che ha così potuto studiare, osservare e successivamente essiccare e conservare numerosi campioni (circa 90.000) di specie fungine aggiunti alla *National Fungus Collections*, database che attualmente raccoglie un milione circa di campioni e che tuttora si rivela utilissimo per velocizzare l'individuazione di eventuali parassiti nelle piante importate. Già agli inizi del secolo scorso quindi è stato possibile mettere in campo una perfetta procedura di controllo che purtroppo attualmente non si riesce ad attuare. Lo dimostrano i dati pubblicati dal recente rapporto elaborato dall'ISPRA sulle specie alloctone invasive: il tasso di introduzione, affermazione e diffusione dei *taxa* alieni è di 200 specie l'anno, il più alto mai registrato¹. Com'è possibile? Quali sono gli elementi che minano il buon funzionamento della procedura?

Definizione di specie alloctona

Si considera alloctono o esotico un "qualsiasi esemplare vivo di specie, sottospecie o *taxon* inferiore di animali, piante, funghi o microrganismi spostato al di fuori del suo areale naturale; sono compresi le parti, i gameti, i semi, le uova o i propaguli di tale specie, nonché gli ibridi, le varietà o le razze che potrebbero sopravvivere e successivamente riprodursi"². In altre parole si può affermare che si considera alloctona una specie non originaria (cioè non compresa nella fauna e nella flora) di un territorio che vi è giunta per trasporto diretto intenzionale o involontario da parte dell'uomo. Il suo opposto è una specie

autoctona, "naturalmente presente in una determinata area geografica nella quale si è originata o è giunta senza l'intervento diretto – intenzionale o accidentale – dell'uomo"³.

Sembra semplice distinguere queste due categorie ma la complessità degli ambienti e dei sistemi naturali ne sfuma il confine e costringe ad ulteriori categorizzazioni. Se ad esempio una specie è stata introdotta dall'uomo molto tempo fa è da considerare al pari di una introdotta da pochi anni? Oppure la si può inserire tra le autoctone perché ormai entrata negli ecosistemi che la ospitano? Queste specie di antica introduzione rappresentano una categoria propria: è definita parautoctona una "specie animale o vegetale che, pur non essendo originaria di una determinata area geografica, vi sia giunta per intervento diretto – intenzionale o accidentale – dell'uomo e quindi naturalizzata anteriormente al 1500 d.C." oppure una "specie introdotta e naturalizzata in altre aree geografiche prima del 1500 d.C. e successivamente diffusasi attraverso fenomeni naturali di diffusione e dispersione"⁴. Tra le parautoctone più diffuse nel territorio nazionale ci sono il fagiano comune (*Phasianus colchicus*), originario dell'Asia, del Caucaso e dei Balcani, portato dai Romani in Italia perché considerato adatto alla caccia, e il daino (*Dama dama*) estinto nella penisola italiana durante l'ultima glaciazione e introdotto (forse già dai Romani) sempre per l'interesse venatorio. Proprio perché presenti sul territorio ospitante già da molto tempo, le parautoctone generalmente convivono con i *taxa* originari senza causare grandi problemi; di conseguenza le normative e le azioni a loro rivolte sono meno stringenti e comunque diverse rispetto a quelle previste per le alloctone.

Esiste poi un'altra situazione ancora diversa che deve essere presa in esame. Gli spostamenti su piccola o grande scala e le espansioni dell'area di distribuzione delle specie animali e vegetali

1. IPBES, *Invasive Alien Species Assessment*, 2023.

2. Regolamento (UE) n. 1143/2014 del Parlamento Europeo e del Consiglio Europeo.

3. Elenco delle specie alloctone escluse dalle previsioni dell'articolo 2, comma 2bis, della legge n. 157/1992.

4. Verso la Strategia Nazionale per la Biodiversità, esiti del tavolo tecnico "L'impatto delle specie aliene sugli ecosistemi: proposte di gestione".

sono un fenomeno del tutto naturale, rafforzato da modifiche climatiche e ambientali del territorio di origine che spingono le popolazioni a cercare nuove aree che possano soddisfare le proprie esigenze ecologiche. Nell'attuale contesto di riscaldamento climatico tali migrazioni saranno in effetti sempre più frequenti e può quindi capitare che arrivino in Italia specie non autoctone ma per naturale espansione, senza l'intervento dell'uomo. Nonostante il loro arrivo possa avere degli effetti anche dannosi sugli ecosistemi locali non è possibile applicare nemmeno a loro normative e azioni rivolte alle alloctone vere e proprie (si tratterebbe di tentativi di intervento vani e sbagliati, dal momento che queste introduzioni si basano su processi naturali e inarrestabili sul lungo termine). Dopo che è stato chiaramente definito quali sono le specie alloctone bisogna aggiungere un ulteriore dettaglio di fondamentale rilevanza: non tutte le esotiche sono invasive. In molti casi un esemplare che arriva in un ambiente estraneo non ha la possibilità di sopravvivere e di riprodursi perché le condizioni climatiche non sono idonee oppure sono assenti le risorse alimentari o ancora non ci sono partner disponibili. Il problema si viene a creare nei rari casi in cui l'esemplare viene rilasciato in un contesto ambientale estraneo ma a cui si può adattare, ad esempio perché simile a quello di origine. Se poi invece di introdurre un singolo individuo se ne introducono vari e magari ripetute volte sarà facilitata anche la riproduzione nel nuovo ambiente e la situazione diventerà sempre più grave fino alla costituzione di una popolazione di alloctone invasive.

Canali di introduzione

L'elemento discriminante che differenzia migrazioni, colonizzazioni di nuovi territori ed espansioni di areale (come già detto processi del tutto naturali) dall'arrivo di specie alloctone consiste nell'intervento, nel secondo processo, dell'uomo; i *taxa* esotici infatti vengono trasportati più o meno volontariamente dalle popolazioni umane. Uno dei principali canali di introduzione è ad esempio la fuga accidentale di esemplari da

giardini pubblici e privati, acquari o impianti di acquacoltura come nel caso di *Buddleja davidii*, originaria della Cina nordoccidentale, portata in Europa intorno alla fine dell'Ottocento con l'intento di utilizzarla come pianta ornamentale, grazie alla vistosa fioritura. In molti casi infatti le alloctone presenti in Italia sono particolarmente belle da un punto di vista estetico (un po' come è avvenuto negli Stati Uniti con gli alberi di ciliegio). Altre specie i cui individui hanno abbandonato una condizione di cattività (allevamenti, detenzione di privati) e sono riusciti a fondare delle popolazioni sul territorio sono la nutria (*Myocastor coypus*), roditore sudamericano allevato in modo intensivo per ricavarne la pelliccia di castorino di moda nei primi anni del XIX secolo, e il gambero rosso della Louisiana (*Procambarus clarkii*), utilizzato a scopo alimentare e per questo importato quasi a livello globale. Con la stessa modalità sono arrivati e si sono diffusi in Italia anche la tartaruga americana (*Trachemys scripta*), originaria del Mississippi e ampiamente commercializzata dal secondo dopoguerra, e i parrocchetti ormai diffusi in molte città del territorio nazionale.

Ovviamente il passaggio dalla cattività alla libertà è stato anche sostenuto da rilasci intenzionali, dovuti ad un calo del valore commerciale del prodotto (nel caso della nutria) o alla volontà di non prendersi più cura dell'animale acquistato



Nutria (*Myocastor coypus*)

perché ritenuto troppo impegnativo (tartarughe e parrocchetti). Può anche accadere che l'introduzione sia invece accidentale e involontaria: molte specie vengono trasportate per *biofouling* (gli organismi si incrostanto allo scafo o ad altre zone delle imbarcazioni) oppure dentro alle acque di zavorra delle navi, prelevate nella località di partenza e scaricate a destinazione. È stato stimato⁵ che a livello mondiale le navi trasferiscono in questo modo da 3 a 5 miliardi di tonnellate di acqua di zavorra all'anno che possono contenere fino a 7.000 specie acquatiche differenti. Con questa modalità è arrivata dall'Atlantico al Mar Nero e poi fino al Mediterraneo la noce di mare (*Mnemiopsis leidyi*, ctenoforo) e probabilmente anche l'ormai celebre granchio blu (*Callinectes sapidus*).

Il trasporto involontario può avvenire anche in un altro modo, per esempio commercializzando esemplari che ne nascondono altri: nel 2019 è stato osservato⁶ per la prima volta ad Ischia un esemplare di *Indotyphlops braminus*, il serpente più piccolo del mondo (tant'è che assomiglia ad un lombrico) originario delle aree tropicali ma ormai diffusissimo perché viaggia all'interno dei vasi di piante vendute a livello internazionale (è detto infatti anche *flowerpotsnake*), passando



Granchio blu (*Callinectes sapidus*)

inosservato grazie alle ridotte dimensioni e alle abitudini fossorie; per fortuna sembrerebbe per ora non dannoso per gli ecosistemi locali. Altre specie sono poi state importate volontariamente per sostenere la naturalizzazione di popolazioni da sfruttare in seguito a scopo venatorio (è avvenuto per il silvilago) e alieutico (è il caso del siluro). La stretta correlazione tra gli spostamenti umani e di altre specie permette di capire come mai attualmente il tasso di diffusione delle specie alloctone invasive è così alto e gli studi ne prevedono un aumento: la globalizzazione e la possibilità di viaggiare con facilità in tutto il mondo della specie umana hanno come diretta conseguenza l'incremento degli spostamenti degli altri organismi. E inevitabilmente più *taxa* alieni arrivano in un territorio e più è probabile che almeno una piccola parte di essi riesca a sopravvivere.

Caratteristiche delle specie alloctone e loro impatto ambientale ed economico

Per poter sopravvivere in un territorio diverso rispetto a quello originario una specie deve mostrare una buona o un'ottima capacità di adattamento, cioè non può essere troppo esigente a livello ecologico (*taxa* che riescono a sopravvivere solo in ristretti range dei parametri ambientali oppure che si sono specializzati in diete particolari difficilmente riusciranno ad essere alloctoni invasivi). Può però anche accadere che una specie venga trasportata in un ambiente estraneo ma simile a livello climatico a quello originario; il clima mediterraneo è ad esempio particolarmente adatto all'insediamento di specie provenienti anche da altre aree. Inoltre in Italia sono presenti ben tre aree biogeografiche quindi nonostante le ridotte dimensioni la penisola è in grado di accogliere specie con diverse esigenze ecologiche. Bisogna poi considerare che il riscaldamento climatico sta apportando delle modifiche dei parametri climatici rendendo accessibili nuovi territori a specie

5. Silvestri C, *Le specie non indigene e le acque di zavorra cosa sta cambiando nei nostri mari*, ISPRA, 2018.

6. Paolino G, Scotti R, Grano M, *First detection of the "flowerpot snake" *Indotyphlops braminus* (Daudin, 1803) (Ser-*

pentesTyphlopidae) in Ischia (Italy): a new possible invasive species, Biodiversity Journal, 2019.

che prima erano limitate da temperature troppo fredde (anche delle acque).

Il fondamentale vantaggio che hanno le specie alloctone rispetto alle autoctone però non risiede solo nel grado di adattabilità, nella dieta generalista o nella grande *fitness* riproduttiva ma nella mancanza nel nuovo ambiente di predatori, patogeni, parassiti e competitori diretti. Poiché gli individui alieni non si sono evoluti nel territorio che li accoglie, sono estranei alla rete trofica e questo consente loro di aumentare esponenzialmente la propria popolazione senza che ci siano dei fattori che li limitino come la pressione predatoria. È per queste ragioni che l'impatto delle alloctone invasive viene inserito tra i cinque maggiori fattori diretti di perdita della biodiversità. Uno dei problemi ambientali più significativi è la forte competizione con gli organismi autoctoni sia per le risorse che per la nicchia ecologica, e in molti casi le specie originarie soccombono come è accaduto con il siluro, il gambero rosso della Louisiana o l'ibis sacro, che sta occupando lo spazio degli Ardeidi (ormai nidifica nelle garzaie).

La diffusione degli alloctoni invasivi può anche portare a cambiamenti strutturali degli ecosistemi: in alcuni bacini di acqua dolce si stanno diffondendo specie di *Ludwigia* sp., pleustofite dalla veloce colonizzazione che impediscono la crescita di altre specie alterando la vegetazione di idrofite e alcuni parametri ambientali (ossigeno disciolto in acqua, livello di penetrazione della luce) e quindi anche le biocenosi collegate. Un altro effetto dannoso sulla biodiversità consiste nel trasporto da parte di alcuni organismi o di parti di essi di patogeni nuovi per le popolazioni autoctone, che quindi non hanno evoluto alcuna forma di resistenza; è ciò che è accaduto con la grafiosi, malattia causata da un fungo (che ha come vettore un coleottero) arrivata in Italia nel 1930 insieme a legname o a esemplari di olmo infetti e che ha causato una decimazione di tale

albero sul territorio nazionale. Da non sottovalutare è anche il rischio di ibridazione con le specie originarie come è successo tra il nord americano gobbo della Giamaica (*Oxyura Jamaicensis*) e l'europeo gobbo rugginoso (*Oxyura leucocephala*), considerato dalla IUCN (Unione Mondiale per la Conservazione della Natura) nella categoria "in pericolo" (EN) anche per questa ragione. Ovviamente i danni causati dalla diffusione di alcune specie alloctone invasive provocano un generale indebolimento degli ecosistemi che risultano essere più vulnerabili all'arrivo di altre esotiche che si insedieranno con maggiore facilità; in sostanza, si viene a creare un circolo vizioso difficile da bloccare. Se poi queste dinamiche avvengono sulle isole, ad alto tasso di endemismi ma con risorse limitate, l'impatto è ancora più elevato. Il risultato a livello nazionale ma anche europeo e globale è un'omogeneizzazione delle comunità biologiche che risultano essere sempre meno complesse e vengono dominate dalle stesse poche specie in ambienti anche molto diversi. La diretta conseguenza della riduzione della biodiversità è la perdita dei preziosi servizi ecosistemici, utilissimi anche per l'uomo. L'impollinazione, che rientra in questi servizi insostituibili che la natura gratuitamente offre alla specie umana, è per esempio danneggiata dall'arrivo della vespa asiatica (*Vespa velutina*) che compete o preda le api autoctone. Anche da un punto di vista economico le alloctone invasive hanno perciò un pesante costo, calcolato a livello mondiale attorno ai 423 miliardi di dollari l'anno⁷.

Azioni da attuare per ridurre il problema delle alloctone

L'attuale quadro normativo a livello nazionale, europeo e internazionale prevede, in caso di diffusione di una specie alloctona, il controllo delle popolazioni e l'eradicazione. Tali metodi però, oltre a causare la morte di moltissimi esemplari,

7. IPBES, *Invasive Alien Species Assessment*, 2023.

si sono rivelati in molti contesti⁸ inefficaci, costosi e spesso con un certo impatto ambientale, come nel caso del controllo chimico che non è mirato alle sole alloctone. Viene sottolineato dalle stesse normative e dall'ISPRA che esistono altre soluzioni decisamente più efficienti e meno costose: delle azioni preventive volte ad evitare l'insediamento delle esotiche in nuovi territori. È per esempio necessario predisporre dei controlli sulle importazioni (biosicurezza pre-frontaliera, frontaliera e post-frontaliera), come avvenuto con i ciliegi giapponesi portati in America, utilizzando le nuove biotecnologie (e-DNA...) per rendere più precise le analisi e serve anche formare adeguatamente del personale specializzato. Evidentemente è necessario poter disporre di adeguati finanziamenti e di un apparato legislativo coerente e rigoroso. Nel caso specifico del problema delle acque di zavorra per abbattere la quantità di organismi trasportati si possono attuare direttamente a bordo delle imbarcazioni sia trattamenti fisico-meccanici (processi di separazione solido-liquido, ultrasuoni e radiazioni UV) che di tipo chimico (applicazione di agenti ossidanti, variazioni del pH). Estremamente utile è inoltre predisporre un adeguato sistema di monitoraggio che permetta di individuare tempestivamente eventuali organismi alloctoni arrivati con varie modalità in un nuovo ambiente, impedendone così l'insediamento e la dispersione.

Come scritto in precedenza, un ecosistema che presenta delle criticità (riduzione della biodiversità, agenti inquinanti, degrado ambientale...) è maggiormente vulnerabile alle alloctone che quindi si insedieranno con più facilità. Un'altra azione preventiva di contrasto alle esotiche consiste perciò nel rafforzare gli ecosistemi tutelando la biodiversità autoctona, riducendo la perdita di

suolo e il degrado degli habitat e riqualificando gli ambienti danneggiati. È inoltre necessario promuovere campagne di sensibilizzazione e di informazione nazionali e regionali e programmi di educazione nelle scuole; molte specie alloctone vengono infatti introdotte in modo più o meno consapevole (attraverso la messa a dimora di piante esotiche nel proprio giardino o la liberazione in ambiente di animali acquistati nei negozi) da privati che non sono a conoscenza dei danni ambientali che l'arrivo di una specie aliena può provocare.

Considerazioni finali

Per quanto sia innegabile che il danno a livello ambientale ed ecosistemico sia da imputare, in questo caso, ad organismi animali e vegetali bisogna però sottolineare che una parte del problema delle specie alloctone invasive è imputabile all'uomo. Gli organismi si limitano a sopravvivere secondo le proprie caratteristiche biologiche, ecologiche ed etologiche nel contesto ambientale in cui si trovano, sia esso originario o estraneo; è chi ha causato il trasporto e quindi la decontestualizzazione del *taxon* ad aver provocato il primo danno a cui poi seguiranno, a catena, tutti gli altri. In sostanza è lo stile di vita dell'uomo, che prevede spostamenti quotidiani su grandi distanze e un commercio globale, ad essere innaturale e le alloctone sono un suo effetto collaterale. Adottando la giusta prospettiva appare quindi evidente che la soluzione a questo dannoso fenomeno non può essere semplicemente l'eliminazione programmata di centinaia o migliaia di organismi considerati erroneamente problematici, ma la riorganizzazione delle dinamiche umane che hanno portato e portano alla diffusione di specie in un ambiente diverso dal proprio. ●

8. Silvestri C, op. cit.

Il granchio blu

Piero Sagnibene

The blue crab (*Callinectes sapidus*), native to the Atlantic coasts of America, represents one of the most dangerous threats to our marine ecosystems. It is a very aggressive species, with a little specialized but highly efficient diet, which includes bivalve molluscs, crustaceans and fish, including many species of great interest for fishing.

Key words: *Callinectes sapidus*, *Invasive alien species*, *Biodiversity*

Il granchio blu, arrivato dalle coste atlantiche americane negli ultimi 15 anni, si è ambientato benissimo nel Mediterraneo e, grazie ai cambiamenti climatici che hanno portato l'acqua marina a una temperatura di 28 °C, sta proliferando senza ostacoli. Il nome scientifico è *Callinectes sapidus* (Rathbun 1896), un granchioportunido tipico di acque marine costiere, acque dolci, estuari e lagune, conosciuto come "granchio blu" perché le sue chela presentano all'attaccatura e alla parte terminale un colore blu intenso dovuto alla presenza di una caroteno-proteina. Misura mediamente fino a 10 cm di lunghezza e 23 cm di larghezza e arriva fino ad un kg e oltre di peso, ma vengono pescati anche individui che raggiungono anche 44 cm di larghezza e che pesano più di 2,5 kg.

Una macchina da guerra

Il granchio blu rappresenta una delle più pericolose minacce per i nostri ecosistemi marini. È una specie molto aggressiva, con un'alimentazione poco specializzata ma altamente efficiente, che comprende molluschi bivalvi, crostacei e pesci, tra i quali molte specie di grande interesse per la pesca come l'*Anthocardia spinosa*, il fasolaro (*Callista chione*), la vongola lupino (*Chamelea gallina*), la cozza (*Mytilus galloprovincialis*), l'ostrea (*Ostrea edulis*), la vongola verace (*Ruditapes philippinarum*), il canalicchio (*Solen marginatus*) tra i molluschi; il granchio verde (*Carcinus aestuarii*), la mazzancolla (*Penaeus kerathurus*) tra i crostacei; la spigola (*Dicentrarchus labrax*), il cefalo (*Mugil cephalus*), il sarago (*Diplodus sargus sargus*), la marmora (*Lithognathus mormyrus*), la triglia di scoglio (*Mullus surmuletus*), le varie specie di sogliola, l'orata (*Sparus aurata*), l'ombrina (*Umbrina cirrosa*) tra i pesci, soprattutto avannotti (pesci neo-



nati); si nutre anche di policheti, piante terrestri come la salicornia, carogne di animali terrestri come serpenti e gabbiani, uova di uccelli marini che nidificano sulle sponde delle lagune. Gli adulti mostrano una forte tendenza al cannibalismo nutrendosi frequentemente di altri individui della loro specie, soprattutto delle taglie inferiori. Gianluca Sarà (Università di Palermo), un'eminenza in materia di ecologia, ha definito il granchio blu una "macchina da guerra" per la voracità che lo contraddistingue e i danni che causa agli ecosistemi in cui vive.

Origine e diffusione

Originario della costa atlantica degli Stati Uniti, il granchio blu ha colonizzato tutta la costa continentale americana, dalla Nuova Scozia all'Uruguay; è diffuso nelle Bermude, nell'intero golfo del Messico, nel Mar dei Caraibi, nelle piccole e grandi Antille. Probabilmente i suoi stadi larvali sono stati trasportati nell'acqua di zavorra delle navi e rilasciati nel Mar Giallo, nel Mar del Giappone, nel Mare del Nord, nel Baltico, nel Mar Nero e nel Mediterraneo, zone dove si è insediato e in cui si va diffondendo. Gli habitat preferiti nell'areale naturale dagli adulti sono le foci fluviali e le baie a profondità da 0 a 90 m (normalmente acque basse non più profonde di 35 m) con fondali di sabbia o fango. È fortemente eurialino, staziona in salinità marine o addirittura in acque dolci ed è in grado di risalire i fiumi anche per 195 km.



Granchio blu (*Callinectes sapidus*)

Nelle acque costiere di Albania e Grecia e nell'Adriatico è diventato una grave minaccia per la biodiversità, per le acquaculture e la pesca, attività di grande interesse economico che la sua proliferazione già mette a dura prova. Il danno ambientale ed economico che sta provocando è divenuto già enorme: si stima che abbia creato un vuoto di 100 milioni di euro, a cui vanno sommati i danni che provoca alle reti da pesca. A grave rischio è oggi la sopravvivenza di uno degli ambienti costieri più importanti per la produzione delle acquaculture in tutta Europa. Il granchio blu ha già divorato milioni di euro di prodotto (secondo l'ACP, Alleanza Cooperative Pesca), un danno che mette in ginocchio un settore già problematico per la progressiva riduzione del pescato.

L'aumento particolarmente rapido della sua popolazione nel Mediterraneo, a partire dal secondo decennio del 2000, è dovuto ad un concorso di cause, ma sembra che l'incremento della temperatura dei mari, conseguente al riscaldamento globale, abbia avuto un ruolo decisivo per questa che oramai si presenta come una vera e propria esplosione demografica invasiva. Il granchio blu si riproduce a tassi altissimi; ogni femmina è in grado di deporre fino a 2 milioni di uova e di produrre diverse ovature. In climi miti la prima deposizione avviene in primavera e può essere prodotta una seconda massa di uova nella tarda estate, ma nei mari che presentano temperature tropicali, quali quelle prodotte dal riscaldamento globale, le uova vengono deposte tutto l'anno. Le larve planctoniche possono svilupparsi solo in acque salate e sono in grado di viaggiare per lunghe distanze in mare. I primi stadi larvali non sono in grado di tollerare acque molto dissalate e per questo motivo le femmine adulte, dopo essersi accoppiate nelle acque poco salate degli estuari, migrano verso il mare o zone a salinità relativamente alta per la deposizione delle uova. L'aumento della temperatura e l'assenza di antagonisti naturali facilitano la capacità di incrementare la propria popolazione e di estendere l'areale di distribuzione fino ad invadere tutte le coste, anche quelle deputate alla balneazione.

Vantaggi evolutivi

Specie aliena altamente invasiva, il granchio blu può contare su diversi “vantaggi evolutivi” che gli permettono di prevalere sulle specie indigene dei nuovi ambienti che colonizza: predatore vorace ed onnivoro, è in grado di compiere lunghi spostamenti, si adatta all’acqua dolce (tolleranza salinità inferiori al 3‰) e a quella salmastra. Sopporta molto bene grandi e rapide variazioni di salinità e temperatura, per cui si adatta perfettamente anche ad ambienti piuttosto compromessi e agli ambienti lagunari, dove la sua diffusione sta provocando i danni peggiori. Tolleranza un’ampia gamma di temperature; le temperature ottimali vanno da 12 a 24 °C con un optimum termico a 23 °C, ma resiste bene e si riproduce dai 3 ai 35 °C, praticamente in ogni tipo di mare. Altro enorme vantaggio è la sua capacità di sopportare basse concentrazioni di O₂ e riuscire a vivere in ambienti nei quali la concentrazione di ossigeno decade fino ad 0,08 mg a litro. Ha una longevità di 3 o 4 anni ma può frequentemente arrivare a 5-8, se non deve superare un normale periodo di freddo intenso.

Riproduzione e sviluppo

Le femmine adulte, dopo essersi accoppiate nelle acque poco salate degli estuari, migrano verso il mare o verso zone a salinità relativamente alta per deporre le uova, perché i primi stadi larvali non sono in grado di tollerare acque molto dissalate. Dopo la deposizione, le uova vengono trattenute sotto l’addome della femmina dove vengono tenute in loco dai pleopodi (appendici addominali)

formando una massa di colore arancio dall’aspetto spugnoso. Tutte le uova della massa ovigera si schiudono contemporaneamente, in un unico evento. Dopo la schiusa, il granchio blu attraversa due fasi larvali: quello di *zoëa* e quello di *megalopa*.

La larva *zoëa* ha lunghe spine frontali e dorsali e manca di pleopodi. La fase di *zoëa* dura 31-49 giorni (a 25 °C); in questa fase la larva ha bisogno di acque a salinità marina, non tollera acque dolci o oligoaline tanto da non superare il primo stadio di *zoëa* se la salinità è inferiore al 20,1‰. Passa per 7 stadi di muta; le *zoëa* fanno vita planctonica in acque superficiali, si nutrono di zooplancton e, in parte, di fitoplancton, sono attive nuotatrici e possono essere disperse su lunghe distanze dalle correnti.

Lo stadio di *megalopa* dura 6-20 giorni; poi la larva diventa un giovane granchio. La *megalopa* abbandona lo stile di vita planctonico per divenire bentonica; è una forte nuotatrice, in grado di risalire gli estuari per portarsi nelle acque salmastre dove avviene la maturazione. La metamorfosi da *megalopa* a giovane adulto è indotta dalla diminuzione della salinità e dalla presenza nell’acqua di composti tipici delle acque fluviali come gli acidi umici. Durante questa fase le *megalope* si rifugiano tra le alghe per avere riparo dalla predazione.

Il granchio blu arriva alla maturità sessuale tra i 12 e i 18 mesi di vita in base alla temperatura ambientale, dopo circa 18 mute. Anche il momento dell’accoppiamento è fortemente influenzato dalle condizioni di salinità e di temperatura del mare.



Femmina ovigera



larva megalopa



giovane di 14 mm

Danni alla pesca e agli allevamenti

Gli adulti si introducono negli allevamenti delle acquaculture, soprattutto quelli per l'allevamento di molluschi bivalvi, tagliando anche le reti di protezione e di contenimento con le chele; le conchiglie dei mitili vengono aperte alla cerniera, recidendo il legamento e i muscoli adduttori che tengono chiuse le due valve. Tagliano anche le reti da pesca per catturare i pesci che vi sono imprigionati. In alcuni casi la diffusione del granchio blu ha causato la netta decrescita del pescato di pesci ossei di alto valore commerciale.

La situazione, oggi, è fuori controllo perché i granchi blu hanno dimostrato una notevole capacità di adattamento e di proliferazione nei nuovi ambienti determinati dall'aumento di temperatura; danno luogo a rapide moltiplicazioni, favoriti anche dalla mancanza di specifici predatori e dalla loro aggressività. Già oggi distruggono più del 50% del prodotto degli allevamenti, soprattutto mitili e larve di anguille. Questo squilibrio degli ecosistemi determina già una riduzione delle risorse ittiche e compromette la catena alimentare marina. Per gli ingenti danni agli ecosistemi lagunari e costieri, alla pesca e all'allevamento dei molluschi, il granchio blu è stato inserito tra le 100 specie aliene più pericolose per il Mediterraneo. Soltanto tra Veneto, Emilia-Romagna e Toscana, il contrasto al granchio blu costa 100.000 euro al giorno. I pescatori delle zone particolarmente danneggiate



Come in tutti i *Portunidae* l'ultimo paio posteriore di pereopodi ha i due elementi finali appiattiti in forma di paletta di grande utilità remigante e, nelle femmine, per trattenere la massa ovigera.

sono disperati; preferiscono catturarli in massa e smaltirli in discarica. La domanda che si pongono gli ecologi riguarda le conseguenze dell'annientamento delle specie degli ecosistemi che i granchi invadono e che oramai riguarda gran parte dei mari del mondo.

Il granchio blu è una specie commestibile, viene consumato come cibo negli USA ed in qualche altro paese; la sua carne è ricca di vitamina B12 e il sapore è buono. Viene trattata anche per la conservazione e per la vendita inscatolata. I nutrienti presenti mostrano variabilità individuale e geografica. Il contenuto di proteine varia tra il 13,82% e il 20,24%. La percentuale di grassi varia dal 3,85% al 6,21%. La carne delle chele è più proteica ed ha un minor contenuto di grassi rispetto a quella all'interno del carapace. Il contenuto di acidi grassi saturi è compreso fra il 28,48% e il 30,09% del totale. L'illusione dei vari governi è di poter incentivare il suo consumo come alimento, e risolvere in tal modo il problema. Intanto bisogna considerare che il granchio blu è vittima di numerosi parassiti e patogeni: virus, batteri, funghi, ciliati, amebe, dinoflagellati, altri protozoi, nematodi, nemertini, metacercarie di trematodi, cirripedi rizocefali, ecc... tutti organismi che contaminano le loro carni e sono trasmissibili all'uomo. La soluzione alimentare è una soluzione molto limitata e in prospettiva sbagliata, una illusione a tempo. Cosa accadrà quando i granchi avranno ultimato l'annientamento degli organismi che sono le loro stesse fonti alimentari? Ma mentre ciò continua ad accadere, uno scenario da incubo va divenendo realtà nei nostri mari e nei mari del mondo.

D'altra parte, laddove si è riscontrato un qualche declino delle popolazioni, le cause sembrano essere la degradazione dell'ambiente per fenomeni di eutrofizzazione (con conseguenti crisi anossiche nei fondali, morte del benthos, tra cui i granchi stessi e le relative prede) e la frammentazione o scomparsa delle praterie di fanerogame marine (rifugio degli stadi giovanili). L'ipotesi che i meccanismi ecologici possano, in qualche modo, raggiungere una nuova forma di equilibrio, sotto la crescente e incessante pressione del riscaldamento globale, non trova argomenti sostenibili. ●

Biodiversità vegetale e invasioni biologiche

Lorenzo Peruzzi

Along with land consumption and climate change, one of the main threats to plant biodiversity in the last century is the phenomenon of invasions: the introduction of species by humans outside their natural range. Some of these species can spread uncontrollably, displacing native species in the same area or even completely replacing them.

Key words: *Alien plants, Invasive plants, Plant biodiversity*

È sempre più difficile parlare di biodiversità vegetale, poiché nella nostra epoca moltissime persone hanno ormai perso il contatto con la natura e tendono a vedere le piante come un generico e anonimo oggetto di arredo o “sfondo verde” davanti al quale svolgere le proprie attività quotidiane. Questo fenomeno è ben noto ed è stato definito “cecità alle piante”¹. Nonostante ciò, interessarsi, conoscere e proteggere la biodiversità vegetale è fondamentale, poiché è proprio dalle piante che dipende la vita sulla terra per come oggi la conosciamo. Stime recenti indicano che oltre l’80% della biomassa di ambienti emersi sul nostro pianeta sia costituita da piante, che in quanto produttori primari sono alla base di tutte le catene alimentari, inclusa ovviamente la nostra specie *Homo sapiens*².

Assieme al consumo di suolo e al cambiamento climatico, uno dei principali problemi che nell’ultimo secolo stanno mettendo a rischio la biodiversità delle piante è il fenomeno delle invasioni: la presenza, cioè, di specie introdotte – consapevolmente o inconsapevolmente – dall’uomo al di fuori del loro areale naturale. Normalmente, le piante sono introdotte in coltivazione in un determinato territorio per essere utilizzate come ornamento o alimento. Può succedere che alcune di queste specie *aliene* (definibili anche alloctone o esotiche) inizino a sfuggire alla coltivazione (aliene *casuali*) e che,



1. Wandersee JH, Schussler EE, *Preventing plant blindness*, The American Biology Teacher, 61(2):84-86, 1999.

2. Bar-On YM, Phillips R, Milo R, *The biomass distribution on Earth*, Proceedings of the National Academy of Sciences of

the United States of America, 115(25), 1998:6506-6511.

col tempo, acquisiscano la capacità di autosostenersi e riprodursi autonomamente senza l'intervento dell'uomo (aliene *naturalizzate*). Una porzione di queste specie può trovarsi talmente bene in un territorio da iniziare a diffondersi in modo incontrollato, andando a sottrarre spazio alle specie *native* (definibili anche autoctone) presenti nello stesso territorio con dinamiche naturali, o addirittura a sostituirle completamente. Si parla in questo caso di specie aliene *invasive*³.

Il problema è ben documentato dalla comunità scientifica a livello globale⁴. Recentemente, l'Unione Europea ha preso coscienza degli enormi rischi connessi con le invasioni biologiche, emanando una serie di regolamenti con elenchi – periodicamente aggiornati – di specie animali e vegetali da non detenere, da non commercializzare, da monitorare in caso di rinvenimento in natura e da eradicare precocemente ove possibile⁵. Tale regolamento è stato recepito dallo Stato italiano, che ha delegato alle Regioni la piena responsabilità della corretta gestione di questi organismi. Secondo lo studio recentemente pubblicato da Galasso *et al.*⁶, la situazione in Italia risulta la seguente: su un totale di 10.023 specie/sottospecie di piante vascolari note a livello nazionale, 1.782 (17,8%) sono esotiche. Tra queste, abbiamo 796 casuali, 649 naturalizzate, 250 invasive. Delle 40 specie di piante vascolari (felci, equiseti e piante a seme) elencate nei sopra citati regolamenti europei, 22 sono segnalate per l'Italia come presenti in natura. In accordo con gli stessi autori, la situazione in Toscana è la seguente: 687 aliene (312 casuali, 274 naturalizzate, 116 invasive), tra cui la documentata presenza di 13 delle 22 di rilevanza unionale: *Acacia saligna* (Labill.) H.L.Wendl.

(Fabaceae), *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle (Simaroubaceae), *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb. (Amaranthaceae), *Asclepias syriaca* L. (Apocynaceae), *Baccharis halimifolia* L. (Asteraceae), *Cenchrus setaceus* (Forssk.) Morrone (Poaceae), *Hydrocotyle ranunculoides* L.f. (Araliaceae), *Impatiens glandulifera* Roy-le (Balsaminaceae), *Myriophyllum aquaticum* L. (Haloragaceae), *Ludwigia peploides* (Kunth) P.H.Raven subsp. *montevidensis* (Spreng.) P.H.Raven, *Pistia stratiotes* L. (Araceae), *Ponte-*



***Ailanthus altissima*, albero esotico originario dell'Asia orientale e inserito nella lista nera europea, molto diffuso soprattutto in prossimità dei centri urbani e ormai pressoché inestirpabile.**
Foto di Giovanni Gestri.

3. Pyšek P, Richardson DM, Rejmánek M, Webster GL, Williamson M, Kirschner J, *Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists*, Taxon, 53:131-143, 2004.

4. Higgins SI, Richardson DM, Cowling RM, Trinder-Smith

TH, *Predicting the Landscape-Scale Distribution of Alien Plants and Their Threat to Plant Diversity*, Conservation Biology, 13:303-313, 1999.

5. Regolamento europeo UE 1143/2014 e Regolamenti applicativi UE 2016/1141, 2017/1263, 2019/1262 e 2022/1203.

6. Galasso G, Conti F, Peruzzi L, Alessandrini A, Ardenghi NMG, Bacchetta G, Banfi E, Barberis G, Bernardo L, Bouvet D, Bovio M, Calvia G, Castello M, Cecchi L, Del Guacchio E, Domina G, Fascetti S, Gallo L, Guarino R, Gubellini L, Guiggi A, Hofmann N, Iberite M, Jiménez-Mejías P, Longo D, Marchetti D, Martini F, Masin

RR, Medagli P, Musarella CM, Peccenini S, Podda L, Prosser F, Roma-Marzio F, Rosati L, Santangelo A, Scoppola A, Selvaggi A, Selvi F, Soldano A, Stinca A, Wagensommer RP, Wilhalm T, Bartolucci F, *A second update to the checklist of the vascular flora alien to Italy*, Plant Biosystems, 158:297-340, 2024.

deria crassipes Mart. (Pontederiaceae), *Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi (Fabaceae).

A fronte di corpose prove scientifiche che evidenziano i gravi danni prodotti dalle invasioni biologiche⁷, oggi sempre più spesso nel mondo della divulgazione “scientifica” si assiste a una narrazione subdola ed estraniante, che vorrebbe vedere le piante aliene come delle intraprendenti giramondo che “sfruttano” l’uomo per diffondersi sempre più efficacemente sulla Terra⁸. Si arriva addirittura a fare dei parallelismi tra i movimenti delle specie aliene e le migrazioni delle popolazioni umane, con dichiarazioni scientificamente assurde quali “ci sono piante non autoctone [per un certo luogo, ndr] ma che lo diventeranno nel tempo”⁹. Accostare quanto avviene tra le diverse popolazioni di una medesima specie (*Homo sapiens*) con il fenomeno delle invasioni biologiche, che riguarda invece numerosissime specie diverse appartenenti ai più disparati gruppi di viventi, è completamente errato dal punto di vista scientifico. Inoltre, tutto ciò è anche molto pericoloso per le conseguenze che può avere nella formazione di una pubblica opinione su questi temi, portando facilmente a considerare i biologi della conservazione come “razzisti” e il contrasto alle invasioni biologiche come inutile o addirittura dannoso. Inoltre, stiamo assistendo a una crescente attenzione della cittadinanza nei confronti delle piante, ma solo grazie a una loro inopportuna antropomorfizzazione: le piante diventano “intelligenti”, “buone”, “altruiste” ecc.¹⁰. Questo modo di sentire, associato alla ben nota e sopra citata cecità alle piante, porta però a non fare distinzioni tra un individuo di platano coltivato sotto casa e una piantina erbacea autoctona a estremo rischio di estinzione, di cui magari nep-

7. Genovesi P, *Specie aliene*, Roma-Bari, Editori Laterza, 2024.

8. Mancuso S, *L'incredibile viaggio delle piante*, Roma-Bari, Editori Laterza, 2018.

9. Torreggiani L, *La “botanica-star” Stefano Mancuso paragona i migranti alle piante aliene scatenando la protesta*

di tre importanti Società scientifiche. Una riflessione sul bisogno urgente di complessità, L'Altra Montagna, 25 giugno 2024.

10. Ad es. Simard S, *L'albero madre. Alla scoperta del re-spiro e dell'intelligenza della foresta*, Milano, Mondadori, 2022.



Alternanthera philoxeroides, erba acquatica proveniente dall'America meridionale e inserita nella lista nera europea, rinvenuta per la prima volta in Toscana a Firenze nel 2007 e ormai diffusissima nel Valdarno medio-inferiore.



Baccharis halimifolia, arbusto originario del Nord America e inserito nella lista nera europea, segnalato per la prima volta in Toscana nel 1987 per la porzione più meridionale del Parco di Migliarino - San Rossore, Massaciuccoli - in prossimità del confine con la provincia di Livorno. La specie è localmente molto abbondante, ma fortunatamente è sinora rimasta confinata a un'area piuttosto ristretta.



***Impatiens glandulifera*, erba originaria dell'Himalaya e inserita nella lista nera europea, osservata per la prima volta in Toscana nel 2015 nella zona dell'Abetone e fortunatamente ancora localizzata.**



***Ludwigia peploides subsp. montevidensis*, erba acquatica proveniente dall'America meridionale e inserita nella lista nera europea, già dal 2016 massicciamente presente nell'Ombrone Pistoiese e lungo il fiume Arno sino all'empolese, è comparsa di recente anche tra Calcinaia e a Pisa e in ambienti umidi retrodunali a Marina di Vecchiano. La foto è stata scattata presso la confluenza del fiume fiume Elsa nel fiume Arno.**

pure si conosce l'esistenza. D'altra parte, se una pianta è bella o "utile", ben venga la sua conoscenza, valorizzazione e tutela, se invece si tratta di una pianta che non riveste un interesse immediato per l'uomo, allora "a cosa serve"? Questa, tra l'altro, è la classica domanda che mi sento rivolgere quando mi capita di parlare di qualche specie selvatica della nostra flora al di fuori dell'ambito accademico. Le specie vegetali non sono intercambiabili a caso, ma questo messaggio non viene minimamente trasmesso e porta a dei gravi equivoci di fondo. Infatti, se elimino totalmente un prato che ospitava 50 specie autoctone, non posso pensare di compensare questa eliminazione – in termini di biodiversità – coltivando altrettante (o anche di più) specie, molte delle quali, magari, alloctone. Analogamente, piantare migliaia di alberi (magari, di nuovo, alloctoni) non crea un bosco, con le sue complesse e articolate interazioni biologiche, ma semplicemente una piantagione, cioè una sorta di "campo di alberi": sarebbe come sostituire la Foresta Amazzonica con un enorme campo di palme da olio pensando di fare del bene al pianeta! È necessario ricordare che esistono oltre 377.000 specie diverse di piante terrestri¹¹, ognuna con la propria distribuzione, peculiarità, capacità di adattamento.

Cos'è quindi la biodiversità vegetale? Su questo punto conviene sgombrare il campo da equivoci. La biodiversità vegetale è l'insieme di tutte le specie selvatiche di piante (inclusa la loro diversità genetica), che si associano a formare comunità vegetali differenti a seconda del clima e delle caratteristiche di un luogo¹². Quindi nulla hanno a che vedere con la biodiversità la presenza o la coltivazione di piante alloctone e neppure la cosiddetta agrobiodiversità, ad esempio varietà coltivate di piante, razze di bovini o altri animali etc. Queste ultime, in particolare, hanno certamente molta rilevanza di tipo culturale e/o economica

11. <https://www.worldflora-online.org/>

12. Wilson EO, *BioDiversity*, National Academy Press, 1988.

13. Kontoleon A, Pascual U, Smale M, *Agrobiodiversity conservation and economic development*, Routledge, 2009.

per l'uomo¹³, ma nessuna nel contesto della biodiversità "reale". La confusione regna sovrana nell'opinione pubblica su questi temi. Si può arrivare a situazioni assurde, per cui ad esempio l'eradicazione dalle spiagge di una pianta fortemente invasiva come il fico degli Ottentotti (*Carpobrotus acinaciformis*), per la bellezza della specie viene osteggiata dalle popolazioni locali, mentre magari di una specie vegetale autoctona sull'orlo dell'estinzione¹⁴ (ad esempio *Solidago virgaurea* subsp. *litoralis* (Savi), endemica delle coste sabbiose toscane) non importa niente a nessuno.

A mio avviso, la visione distorta delle piante aliene sopra descritta si colloca in un più ampio modo di vedere: anche noi siamo animali, quindi parte della natura. Qualunque tipo di attività umana, pertanto, è lecita e non dobbiamo preoccuparci troppo delle conseguenze delle nostre azioni. In un contesto come questo, ovviamente, anche la presenza di piante aliene in un territorio è vista come "naturale".

C'è però un problema etico: con le sue attività, l'essere umano si sta consapevolmente assumendo la responsabilità di causare l'estinzione di un numero enorme di specie animali e vegetali selvatiche¹⁴, favorendo – al contrario – un numero ristretto di specie che tollerano meglio di altre le modifiche ambientali da noi indotte¹⁵. Abbiamo, in quanto esseri autocoscienti¹⁶, diritto di vita e di morte su tutti gli altri esseri viventi? O non dovremmo invece sentirci in dovere di cercare soluzioni per mitigare il nostro catastrofico impatto sul pianeta¹⁷?

Anche non volendo entrare negli aspetti etici, c'è un altro problema molto più pratico. Agire senza freni e senza porsi problemi non porterà certa-



***Myriophyllum aquaticum*, erba acquatica proveniente dall'America meridionale e inserita nella lista nera europea, rinvenuta per la prima volta in Toscana nel 2004 presso il Lago di Porta, già fortemente invasiva nell'area del Lago di Massaciuccoli e di recente comparsa nel Comune di Cascina lungo l'Arnaccio. La foto è stata scattata in uno dei canali a sud-est del Lago di Massaciuccoli.**

mente alla scomparsa della vita sulla terra, come qualcuno potrebbe pensare. Gli organismi viventi nel loro complesso, negli oltre 3,7 miliardi di anni di storia della vita sul pianeta¹⁸, hanno dovuto affrontare molto di peggio¹⁹. Quello che avverrà, però, è che si andrà sempre più verso una riduzione e banalizzazione della biodiversità, con un minore numero di specie enormemente sovrappresentate e un incontrollato affermarsi delle specie da noi introdotte o favorite. La perdita di biodiversità ha un impatto negativo sui servizi ecosistemici dai quali dipende la nostra esistenza²⁰, sulla salute umana in generale²¹ e in partico-

14. Ceballos GP, Barnosky AD, García A, Pringle RM, Palmeret TM, *Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction*, Science Advances 1: e1400253, 2015.

15. Ruddimann WF, *The Anthropocene*, Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 41:45-68, 2013.

16. Korzeniewski B, *Self-Consciousness as a Product of Biological Evolution*, Journal of Consciousness Studies, 27(7-8): 50-76, 2020.

17. Chiarucci A, *Le arche della biodiversità. Salvare un po' di Natura per il futuro dell'uomo*, Milano, Hoepli, 2024.

18. Pearce BKD, Tupper AS, Pudritz RE, Higgs PG, *Constraining the Time Interval for the Origin of Life on Earth*, Astrobiology, 18(3):343-364, 2018.

19. Hull P, *Life in the Aftermath of Mass Extinctions*, Current Biology, 25(19):R941-R952, 2015.

20. Cardinale B, Duffy J, Gonzalez A, Hooper DU, Perrings C, Venail P, Narwani A, Mace GM, Tilman D, Wardle DA, Kinzig AP, Daily GC, Loreau M, Grace JB, Larigauderie A, Srivastava DS, Naeem S, *Biodiversity loss and its impact on humanity*, Nature 486:59-67, 2012.

21. Clark NE, Lovell R, Wheeler BW, Higgins SL, Depledge MH,

lare quella mentale²². Pertanto, queste dinamiche potrebbero anche avere come esito l'estinzione della nostra specie, che per certi aspetti potrebbe anche essere vista come una sorta di "liberazione" per il pianeta²³. Vogliamo andare in questa direzione?

Tornando alle specie vegetali aliene, potremmo affermare che le specie coltivate oggi (soprattutto a scopo ornamentale) potrebbero essere le invasive di domani. Per un banale principio di precauzione, quindi, sarebbe opportuno evitare l'uso di piante alloctone quando non strettamente indispensabile. Ben venga allora, per esempio, l'uso di specie autoctone di provenienza locale per il cosiddetto "verde urbano", inclusi giardini privati, balconi etc. Una maggiore sensibilizzazione su queste tematiche, a partire dalle scuole, potrebbe certamente favorire comportamenti virtuosi, che potranno contribuire alla conservazione della biodiversità vegetale ma anche della nostra specie. ●



Norris K, *Biodiversity, cultural pathways, and human health: a framework*, Trends in Ecology and Evolution 2(4):198-204, 2014.

22. Aerts R, Honnay O, Van Nieuwenhuysse A, *Biodiversity and human health: mechanisms and evidence of the positive health effects of diversity in nature*

and green spaces, British Medical Bulletin, 127(1):5-22, 2018.

23. Gray R, Milne MJ, *Perhaps the Dodo should have accounted for human beings? Accounts of humanity and (its) extinction*, Accounting, Auditing & Accountability Journal 31(3): 826-84, 2018.

A. Monaco (a cura di)
Alieni. La minaccia delle specie alloctone per la biodiversità nel Lazio
 Palombi editori, 2015



Il gambero rosso della Louisiana, la cozza zebrata, il tamia siberiano, la nutria, il pappagallo monaco, la testuggine dalle guance rosse, il punteruolo rosso delle palme sono solo una piccola parte, un assaggio si potrebbe dire, delle oltre 330 specie di fauna alloctona che sono state censite e studiate dai ricercatori all'interno del territorio della Regione Lazio. Soltanto nel Lazio sono state introdotte 332 specie di fauna alloctona: 12 molluschi, 4 crostacei, 138 artropodi, 29 pesci, 1 anfibio, 24 rettili, 112 uccelli e 12 mammiferi; la maggior parte di queste specie animali si sono insediate stabilmente e molte sono diventate invasive causando e generando molti danni. Il volume documenta ed illustra questa situazione fornendo al lettore dapprima elementi di conoscenza del fenomeno grazie ad una serie di approfondimenti divisi per specie animali e poi riportando alcune delle ricerche scientifiche più recenti sul tema. Da segnalare è poi il capitolo che suggerisce una serie di ipotesi di intervento per arginare ed arrestare il fenomeno dell'invasione delle specie aliene presentando una serie di azioni specifiche sul campo nei confronti di alcune specie particolarmente invasive. Infine, l'ultima parte è una sorta di vero e proprio atlante della fauna alloctona presente nel Lazio documentando per alcune specie la loro diversa tipologia di distribuzione geografica ed i metodi di controllo.

Invasioni aliene. Il caso della lucertola campestre

Marco Zuffi

Alien species, typical of areas of the earth different from those in which they can be found, due to escape from captivity, intentional release, passive transport, etc., become invasive when they start to reproduce and create stable and self-sufficient populations. The main impacts or competitive interactions hypothesized and/or recognized can be, for example, predation of local species, alteration of the growth of native species, transfer of parasites. All these relationships directly or indirectly produce a loss of biodiversity. The case that is proposed refers to a species of lizard, *Podarcis siculus*.

Key words: *Alien species, Podarcis siculus*.

I pericoli maggiori alla perdita di biodiversità sono considerati l'uso del territorio (degradazione e alterazione del suolo, deforestazione, urbanizzazione, agricoltura), le specie aliene (competono con le specie native per spazio, cibo e altre risorse; possono diffondere malattie per le quali le specie native non hanno difese; ibridazione), l'inquinamento (i contaminanti rendono l'ambiente non adatto alla sopravvivenza delle specie sia in modo diretto, sia in modo indiretto), il cambiamento climatico (i contaminanti rendono l'ambiente non adatto alla sopravvivenza delle specie sia in modo diretto, sia in modo indiretto) e il sovrappopolamento (causa principale dell'impatto dell'uomo sulla biodiversità con sovra sfruttamento delle risorse)¹.

Le specie aliene, tipiche di zone della terra diverse da quelle in cui si possono rinvenire, a causa di fuga dalla cattività, rilascio intenzionale, trasporto passivo, ecc.², diventano invasive quando iniziano a riprodursi e a creare popolazioni stabili e autosufficienti. I principali impatti o le interazioni competitive ipotizzati e/o riconosciuti possono essere, ad esempio, la predazione di specie locali³, l'alterazione della crescita delle



1. Bellard C, Marino C, Courchamp F, *Ranking threats to biodiversity and why it doesn't matter*, Nature Communication 13:2616, 2022.

2. Per una review si veda Davis MA, Chew MK, Hobbs RJ, Lugo AE, Ewel JJ, Vermeij GJ, Brown

JH, Rosenzweig ML, Gardener MR, Carroll SP, Thompson K, Pickett STA, Stromberg JC, Del Tredici P, Suding KN, Ehrenfeld JG, Grime JP, Mascaro J, Briggs JC, *Don't judge species on their origins*, Nature 474:153-154, 2911.

3. Ficetola GF, Siesa ME, Marnetti R, Bottoni L, De Bernardi F, Padoa-Schioppa E, *Early assessment of the impact of alien species: differential consequences of an invasive crayfish on adult and larval amphibians*. Diversity and Distributions 7:1141-1151, 2011.

specie autoctone⁴, il trasferimento di parassiti⁵. Tutte queste relazioni producono direttamente o indirettamente una perdita di biodiversità⁶.

Il progetto Life ASAP del 2015 (<https://www.lifeasap.eu/index.php/it/progetto/progetto-asap>) ha calcolato che in Europa ci sono circa 12.000 specie aliene, il 76% in più negli ultimi 30 anni e in Italia più di 3.000 specie aliene, il 96% in più negli ultimi 30 anni. I costi associati che i paesi europei sostengono, per monitorare, gestire e/o eradicare, ammontano a 12,5 miliardi di euro ogni anno. A titolo di esempio, al link https://www.lifeasap.eu/images/codicicondotta/B5_depliant_PET.pdf, alcune informazioni sui codici di condotta da tenere con gli animali da compagnia (Fig. 1).

Il 22 ottobre 2014 è stato pubblicato il regolamento EU 1143/14 che introduce misure di prevenzione e lotta alle specie invasive di interesse unionale. Si

tratta di 37 specie, 22 delle quali presenti in Italia. L' IUCN (International Union for Conservation of Nature) ha prodotto un database, lo GISD (Global Invasive Species Database) sulle IAS (Invasive Alien Species) con 1.096 specie aliene invasive (<https://www.iucngisd.org/gisd/search.php>, accesso il 25 luglio 2024), di cui 581 sono animali. La situazione complessiva è pertanto drammatica, sia per l'entità del fenomeno, sia per la rapida espansione dei quantitativi registrati.

Di recente de Oliveira Caetano *et al.*⁷ sottolineano che le stime di estinzione o il numero di specie di rettili a rischio, in base ai parametri di assessment sono sottostimate e ci si deve aspettare una situazione particolarmente critica (Fig. 2). In questo contesto, l'incremento di specie esotiche e di esotiche invasive assume un ruolo molto forte nella dinamica naturale delle specie autoctone.



Fig. 1. Codice di condotta degli animali da compagnia
(modificato da https://www.lifeasap.eu/images/codicicondotta/B5_depliant_PET.pdf)

4. Pearson SH, Avery HW, Spotila JR, *Juvenile invasive red-eared slider turtles negatively impact the growth of native turtles: Implications for global freshwater turtle populations*, Biological Conservation 186:115-121, 2015.

5. Meyer L, Du Preez L, Bonneau E, Héritier L, Quintana

MF, Valdeón A, Sadaoui A, Kechemir-Issad N, Palacios C, Verneau O, *Parasite host-switching from the invasive American red-eared slider, Trachemys scripta elegans, to the native Mediterranean pond turtle, Mauremys leprosa, in natural environments*. Aquatic Invasions 10 (1): 79-91, 2015.

6. Wilcove DS, Rothstein D, Dubow J, Phillips A, Losos E, *Quantifying threats to imperiled species in the United States*, BioScience 48 (8):607-615, 1998.

7. de Oliveira Caetano GH, Chapple DG, Grenyer R, Raz T, Rosenblatt J, Tingley R, Böhm M, Meiri S, Roll U, *Automated*

assessment reveals that the extinction risk of reptiles is widely underestimated across space and phylogeny, PLOS Biology, 2022. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001544> May 26.

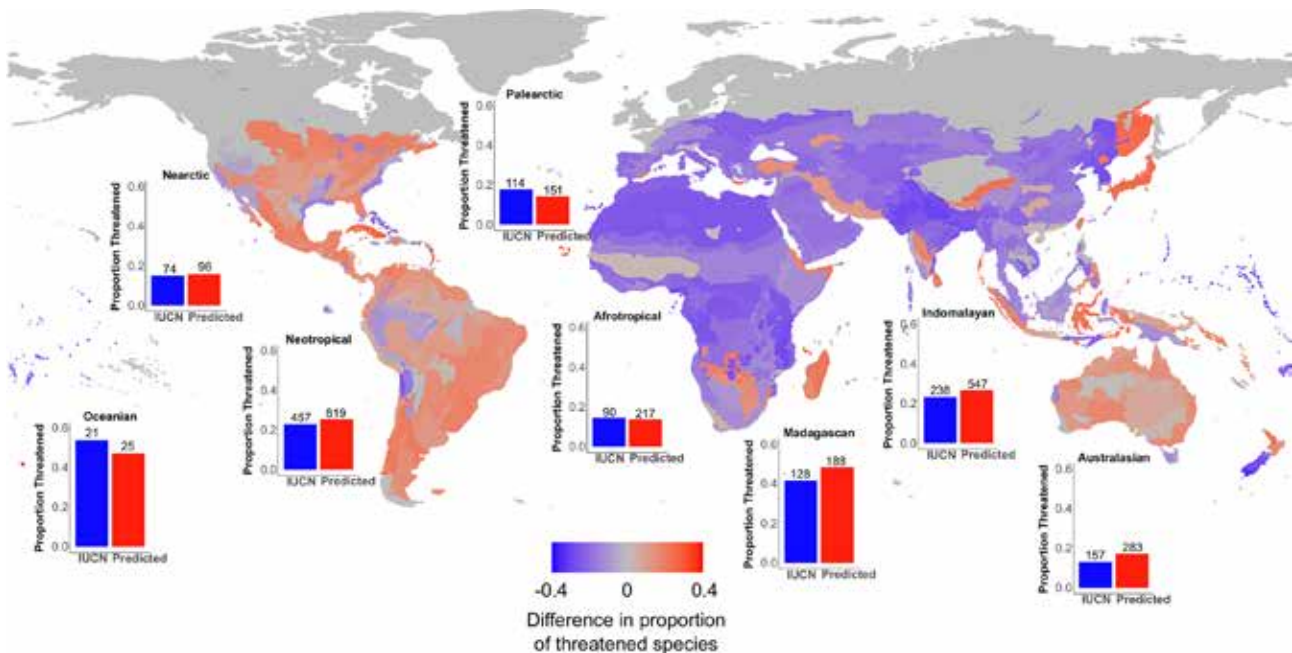


Fig. 2. Cambi spaziali globali nella percentuale di rettili minacciati
<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001544.g003>

Il caso che propongo si riferisce a una specie di lucertola, la lucertola campestre, *Podarcis siculus* (Fig. 3), tipica dell'Italia continentale, peninsulare e insulare, che si estende anche nella parte settentrionale dei Balcani (Slovenia, Croazia, Bosnia Erzegovina, Montenegro), nella Svizzera meridionale e in Corsica⁸. Questa specie è stata introdotta in diverse parti del mondo⁹ e si è dimostrata particolarmente adattabile e plastica¹⁰ (Fig. 4, alla pagina seguente).

Di recente, nell'ambito di ricerche e monitoraggio delle specie di rettili dell'Arcipelago Toscano, abbiamo potuto rinvenire la specie sull'isola di Gorgona, ove la presenza non era mai stata



Fig. 3. *Podarcis siculus*, lucertola campestre, maschio (foto di M.A.L. Zuffi)

8. Corti C, Biaggini M, Capula M, *Podarcis siculus* (Rafinesque-Schmaltz, 1810), in Fauna d'Italia 47, Reptilia, pp. 407-417; Corti C, Capula M, Luiselli L, Razzetti E, Sindaco R, eds., Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio, Direzione Protezione della Natura: Calderini Gruppo 24 Ore, Bologna; Sindaco R, Restivo S, Zuffi MAL, *Podarcis siculus* (Rafinesque, 1810) (Lucertola

campestre), in: *Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie animali*, Stoc F e Genovesi P eds, Roma, ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 141/2016:282-283.

9. Burke RL, Hussain AA, Storey JM, Storey KB, *Freeze tolerance and supercooling ability in the Italian wall lizard*, *Podarcis sicula*, introduced to Long Island, New York, *Copeia*:836-842, 2002; Kolbe JJ, Lavin BR, Burke RL, Rugiero L, Capula M, Luiselli L, *The desire for variety: Italian wall lizard (Podarcis siculus) populations introduced to the United States via the pet trade are derived from multiple native-range sources*, *Biological Invasions* 15:775-783, 2013; Clemens DJ, Allain SJR, An

unusually high number of Italian wall lizards *Podarcis siculus campestris* entering Great Britain as stowaways, *Herpetological Bulletin* 156:42, 2021.

10. D'Amico M, Bastianelli G, Faraone FP, Lo Valvo M, *The spreading of the invasive Italian wall lizard on Vulcano, the last island inhabited by the critically endangered Aeolian wall lizard*, *Herpetological*



Fig. 4. Distribuzione originale (in arancio) e aree di introduzione della lucertola campestre, *Podarcis siculus* (da IUCN <https://www.iucnredlist.org/species/222915874/217280511>)

segnalata prima. Il numero di individui osservati durante i primi monitoraggi (circa 180 contatti visivi), rappresentativo di tutte le classi di età, giovani, adulti, sia maschi sia femmine, indica una presenza stabile e quindi relativamente datata della specie (Fig. 5). Abbiamo potuto campionare la parte terminale della coda di 7 individui, su cui abbiamo svolto analisi genetiche. I risultati indicano che la specie è sicuramente di provenienza continentale, da 3 diverse aree, in base ai 3 differenti aplotipi (Fig. 6, alla pagina seguente): Orti Bottagone (Oasi WWF a Piombino), tombolo della Giannella e Pisa, in momenti diversi di colonizzazione¹¹.

L'isola di Gorgona è sede di un carcere che ha diverse zone produttive, oliveti, vigneti di impianto relativamente recente (dalla fine degli anni Novanta del secolo scorso) e allevamenti di capre, bovini, cavalli e maiali. Dalle aree di sovrapposizione degli aplotipi genetici registrati (gene mitocondriale CYB) proviene il foraggio che viene portato a Gorgona e il fatto correla perfettamente con le ipotesi di introduzione passiva della spe-

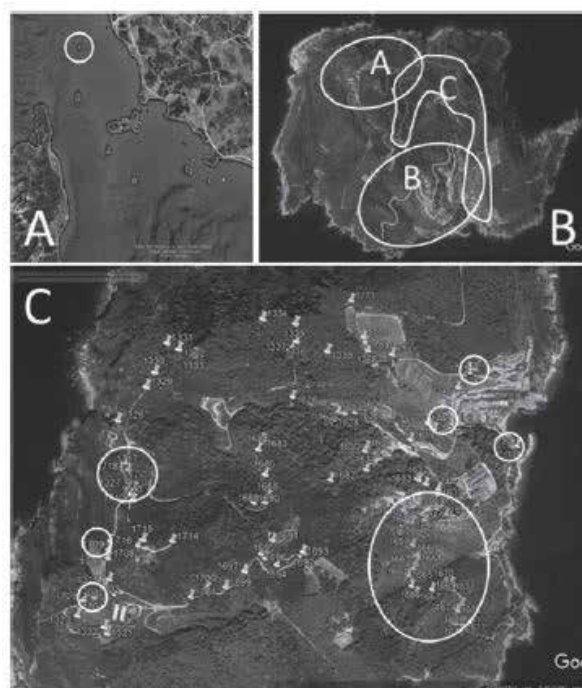


Figura 5. Area di studio. A. Isole dell'Arcipelago Toscano con Gorgona (cerchio), B. Distribuzione dei transetti selezionati (A, B, C) nell'isola di Gorgona, C. Distribuzione di *Podarcis siculus* alloctona (evidenziata da cerchi bianchi).

Conservation and Biology 13: 146-157, 2018; Adamopoulou C, Pafilis P, Eaten or beaten? Severe population decline of the invasive lizard *Podarcis siculus* (Rafinesque-Schmaltz,

1810) after an eradication project in Athens, Greece, Herpetozoa 32:165-169, 2019.

11. Zuffi MAL., Coladonato AJ Lombardo G, Torroni A,

Boschetti M, Scali S, Mangiacotti M, Sacchi R, The Italian wall lizard, *Podarcis siculus*, unexpected presence on the Gorgona island (Tuscan Archipelago), Acta Herpeto-

logica 17(2):135-145, 2022.

12. Ibidem.

cie¹², sicuramente a più riprese e che continua con regolarità.

Oltre alla specie introdotta, sull'isola sono presenti altre specie di rettili, il biacco (*Hierophis viridiflavus*), il gecko comune (*Tarentola mauritanica*), l'emidattilo (*Hemidactylus turcicus*) e una specie di lucertola (*Podarcis muralis*), congenerica della lucertola campestre¹³.

La lucertola campestre, anche se endemica del territorio italiano, risulta in questo contesto una specie aliena, potenzialmente invasiva, anche se il fenomeno va studiato con attenzione. Essa compare infatti sia nella direttiva (Habitat Direttiva 92/43/CEE), come specie protetta, ma anche nel Global Invasive Species Database come *taxon* invasivo. Studi successivi, non ancora pubblicati, con monitoraggi continuativi in habitat diversi dell'isola, ripetuti nel 2022, 2023 e 2024 dal nostro gruppo di ricerca (Università di Pavia, Museo di Storia Naturale di Milano, A&M Texas University), hanno confermato la presenza della specie nelle aree e nei siti monitorati nel 2021, senza apparente espansione negli habitat frequentati da *Podarcis muralis*. Sebbene ritenuta invasiva da parte di alcuni autori¹⁴, noi riteniamo infatti che, almeno nelle situazioni studiate negli ultimi anni, la specie tenda a occupare siti con caratteristiche idonee, più che a ridurre le popolazioni di specie autoctone.

Nello specifico di Gorgona, la specie si è attestata negli habitat aperti e soleggiati dell'isola senza invadere le parti boschive, coperte e più fresche, dell'isola ove risulta comune solo la lucertola muraiola. Almeno in questo caso, ritengo che il concetto di invasività di una specie andrebbe studiato con attenzione e per periodi medio-lunghi, prima di attribuire caratteristiche altrimenti non dimostrabili. ●

13. Vanni S, Nistri A, *Atlante degli anfibi e dei rettili della Toscana*, Firenze, Edizioni Regione Toscana, 2006.

14. D'Amico M, Bastianelli G, Faraone FP, Lo Valvo M, 2018.

The spreading of the invasive Italian wall lizard on Vulcano, the last island inhabited by the critically endangered Aeolian wall lizard, Herpetological Conservation and Biology 13: 146-157, 2018; Damas-Moreira

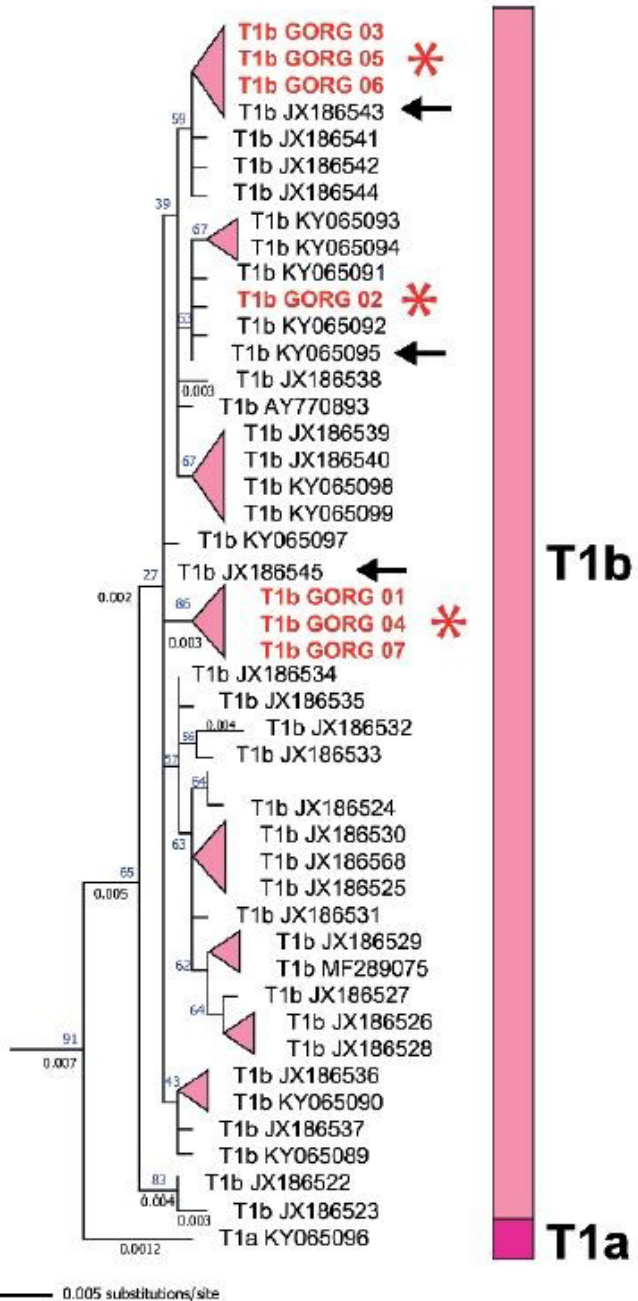


Fig. 6. Filogenesi di Massima probabilità delle sequenze dell'aplogruppo T1 (si veda figura 4 e testo in Zuffi et al. 2022).

ra I, Riley JL, Carretero MA, Harris DJ, Whiting MJ, *Getting ahead: exploitative competition by an invasive lizard*, Behavioral Ecology and Sociobiology 74:117, 2020 <https://doi.org/10.1007/s00265-020-02893-2>; Caruso Y, Macale D, Luiselli L, Vignoli, *Thermoregulation comparisons between a threatened native and an invasive lizard species*, The Herpetological Journal 31:70-76, 2021.

Elena Cattaneo
Scienziате. Storie di vita e di ricerca
Raffaello Cortina Editore, 2024

**Elena
Cattaneo**
Scienziате
STORIE DI VITA
E DI RICERCA



Raffaello Cortina Editore

Giornali di tutto il mondo il 10 aprile 2019 pubblicarono in prima pagina la stessa foto enigmatica: un cerchio scuro circondato da un anello rossastro segnato da tre macchie gialle più brillanti. Era la prima immagine di un buco nero. Risultato scientificamente rivoluzionario, annunciato da sei articoli pubblicati in un numero speciale di *The Astrophysical Journal Letters*. I buchi neri sono oggetti cosmici così densi e massicci da inghiottire anche la luce. Ne segue che un buco nero è invisibile per sua natura, e quindi per definizione. A rivelare il buco nero in quella fotografia era l'anello rossastro: materia caldissima (plasma) vorticante intorno al pozzo gravitazionale, l'ombra. Il confine tra vortice e buio è il cosiddetto "orizzonte degli eventi", che separa e isola per sempre il buco nero dal resto dell'universo.

Più di 200 ricercatori (oggi sono più di 300) collaboravano al Progetto internazionale EHT (Event Horizon Telescope) che ottenne la storica immagine del 2019, ma nel team direttivo Mariafelicia De Laurentis era l'unica donna. Si trattava di sincronizzare al milionesimo di secondo otto radiotelescopi sparsi tra Europa, Americhe, isole Hawaii e Polo Sud e di puntarli sulla galassia M87 a 56 milioni di anni luce da noi nella costellazione della Vergine. Lì, al centro della galassia, tra mille miliardi di stelle, è acquattato un colossale buco nero che spara nello spazio un potente getto di plasma. La fortunata impresa di Mariafelicia si è ripetuta il 12 maggio 2022 ritraendo il buco nero che occupa il centro della nostra galassia,

la Via Lattea, nella costellazione del Sagittario. Un oggetto molto più piccolo di quello esistente in M87, "solo" 4 milioni di masse solari, ma ovviamente molto più vicino: circa 26.000 anni luce.

Questo episodio di astrofisica militante inaugura la serie di dieci casi analoghi raccolti da Elena Cattaneo in *Scienziате. Storie di vita e di ricerca*. Cambiano le discipline (neuroscienze, elettrofisiologia, agronomia, chimica, fisica delle particelle, etologia, ingegneria antisismica, filologia, genetica) ma protagoniste sono sempre donne più o meno giovani, impegnate nella ricerca con passione, curiosità e intelligenza, alle prese con le difficoltà della vita quotidiana e la scarsa attenzione che nel nostro paese ottiene la ricerca scientifica, specie se praticata dal genere femminile.

Professoressa ordinaria di Farmacologia all'Università di Milano, ricercatrice di fama internazionale nel campo delle cellule staminali e della malattia di Huntington, senatrice a vita dal 2013, Elena Cattaneo ricorda che in Italia "fino al 1977, per studenti e studentesse delle scuole medie l'ora di applicazioni tecniche prevedeva un programma differenziato per i due sessi. Mentre le ragazze imparavano i segreti del ricamo e del punto croce e come gestire il lavoro casalingo, ai compagni maschi venivano insegnate tecniche per il traforo e l'uso del compensato o come accendere una lampadina collegando due fili". Eppure – spiega Elena Cattaneo – anche lei era così impregnata dalla mentalità sessista dell'ambiente da quasi non accorgersi delle discriminazioni: difficoltà per le donne di accedere alla ricerca, stipendi sistematicamente inferiori.

Certo, molte cose sono cambiate in meglio. Oggi, tanto per citare un dato significativo, le ragazze sono in maggioranza nelle immatricolazioni universitarie. Ma secondo l'ANVUR, l'agenzia nazionale per la valutazione del sistema universitario e della ricerca, le ragazze che seguono corsi di laurea scientifici (riassunti di solito sotto la sigla STEM) sono ancora soltanto il 39% contro il 61% dei ragazzi: sembra che per le studentesse le discipline umanistiche e le relative carriere (per lo più l'insegnamento) siano ancora da prediligere.

Scienziате offre una casistica esemplare di come il cambiamento sia in corso, ma anche di come incontri ancora ostacoli, diffidenze, discriminazioni. Le dieci storie di ricercatrici eccellenti si leggono d'un fiato, sono contagiose, fanno capire come si accendano curiosità e passione per la scienza, come sia affascinante il cammino verso nuove conoscenze.

Piero Bianucci

ritratto di famiglia

Kiwadae

Valentina Vitali



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. Qui presentiamo una famiglia tassonomica di recentissima istituzione (Macpherson, Jones & Segonzac, 2005) che apre un'interessante finestra sugli ecosistemi presenti negli abissi oceanici, dove non penetra l'energia solare, basati sulla chemiosintesi anziché sulla fotosintesi.

Lo yeti esiste. Non si tratta però dell'abominevole uomo delle nevi protagonista di leggende e credenze della cultura himalayana e ormai popolare a livello mondiale, bensì di un organismo di dimensioni decisamente più modeste che alla neve e alle montagne preferisce i fondali oceanici. Durante una spedizione di ricerca nel 2005 a più di 2.000 m di profondità nell'Oceano Pacifico, vicino all'Isola di Pasqua, un gruppo di scienziati ha scoperto una specie di crostaceo ancora sconosciuta, dalle caratteristiche morfologiche e genetiche tanto peculiari da aver richiesto addirittura l'introduzione di una nuova famiglia tassonomica per rappresentarla, detta Kiwadae che deriva da Kiwa, divinità polinesiana dei crostacei. La specie è stata chiamata *Kiwa hirsuta* in riferimento ad una delle stranezze di questi crostacei: abbondanti e vistose setole (nello specifico *setae*) ricoprono i chelipedi (i due arti che terminano con le chele) che sembrano quasi dei manicotti di pelliccia. Dall'aspetto peloso e dal colore bianco deriva il nome comune con cui questi organismi sono conosciu-

ti cioè granchio yeti, in onore della somiglianza con il leggendario uomo himalayano. Successivamente sono state scoperte altre due specie della stessa famiglia, *Kiwa puravida*, trovata nelle acque profonde del Costa Rica, e *Kiwa tyleri*, presente vicino all'East Scotia Ridge. Tutti e tre i taxa quindi si trovano in un range di profondità compreso tra i 1.000 e i 2.400 m, cioè vivono in ambienti proibitivi e molto freddi, dove le risorse scarseggiano e l'energia non può essere ricavata dalla luce del sole, che non riesce a penetrare così in profondità (infatti i crostacei sono ciechi). Come riescono a sopravvivere? Rimanendo sempre in prossimità delle sorgenti idrotermali che si trovano sul fondo dell'oceano, formando aggregazioni di pochi esemplari (meno di 10 al metro quadro) nel caso di *Kiwa hirsuta* e *Kiwa puravida* o di densità molto elevata per *Kiwa tyleri* (centinaia o migliaia di individui al m²); solo le femmine si allontanano di poco dalle bocche e quindi dalla fonte di calore per permettere un corretto sviluppo delle larve¹.

Sorprendentemente le sorgenti idrotermali sono in grado di ospitare un'enorme biodiversità, ancora in gran parte sconosciuta, grazie all'apporto energetico fornito dai processi di chemiosintesi batterica, fondamentali per gli ecosistemi e le reti trofiche presenti. Da queste fratture della crosta terrestre fuoriesce acqua geotermicamente riscaldata e ricca di sostanze inorganiche (solfuri, metano...) che vengono ossidate dai batteri allo scopo di ottenere energia da utilizzare per sintetizzare composti organici.

Come altri organismi presenti in questi ecosistemi sottomarini, anche le tre specie di granchio yeti dipendono dalle popolazioni di batteri chemiosintetici, ma instaurano con esse un'interazione davvero particolare. Le setole che ricoprono i chelipedi rappresentano in realtà un perfetto substrato, dalla superficie molto estesa, su cui alleva-



Kiwa hirsuta



Kiwa puravida



Kiwa tyleri

¹. Thatje S, Marsh L, Roterman CN, Mavrogordato MN, Linse K, *Adaptations to Hydrothermal Vent Life in Kiwa tyleri, a New Species of Yeti Crab from the East Scotia Ridge, Antarctica*, 2015.

re o coltivare batteri epibionti con i quali nutrirsi in seguito. L'ipotesi che la stranezza morfologica servisse proprio a tale scopo era stata avanzata già studiando la prima specie scoperta, *Kiwa hirsuta*, ma è stato visto un esemplare mangiare un gamberetto dopo aver lottato con altri granchi per conquistarlo e non è stato possibile svolgere ulteriori indagini sulle abitudini alimentari.

Un'altra ricerca condotta su *Kiwa puravida* si è invece concentrata proprio su questo aspetto e, sfruttando il fatto che nell'allevamento (una forma di simbiosi mutualistica) avviene un trasferimento trofico diretto di energia dal simbionte all'ospite, sono state eseguite delle analisi di biomarcatori, come gli isotopi del carbonio e gli acidi grassi, nei tessuti di un organismo; grazie a tali indagini è stato possibile risalire con certezza alla dieta e dai dati appare chiaro che *Kiwa puravida* si nutre principalmente dei batteri che proliferano sui propri chelipedi. Ad ulteriore conferma, si è osservato che la specie ha un apparato boccale adattato per raschiare efficacemente i batteri dal substrato e ingerirli e sono stati trovati filamenti batterici nello stomaco cardiaco di un esemplare. Inoltre durante le immersioni del batiscafo DSRV Alvin è stata osservata *Kiwa puravida* allontanare dei gamberi senza mai tentare di catturarli per cibarsene. Questa specie di granchio yeti presenta però una peculiarità comportamentale ancora più curiosa: non si limita a far crescere sopra le proprie setae colonie di batteri, ma si preoccupa pure di facilitarne la crescita, un po' come un agricoltore che fertilizza il proprio campo. Esemplari della specie sono stati in effetti osservati mentre oscillavano i chelipedi sopra le bocche idrotermali, in una sorta di bizzarra danza². I batteri per svolgere i processi di chemiosintesi hanno necessità di accedere all'ossigeno disciolto in acqua e ai composti

come solfuro e metano che fuoriescono dalle sorgenti; durante la fase di fissazione del carbonio si può formare attorno alla colonia batterica uno strato limite povero di uno di questi elementi fondamentali e di conseguenza la produttività cala. Un fenomeno simile avviene nelle barriere coralline dove i simbionti, questa volta fotosintetici, sono limitati dal carbonio prodotto da loro stessi nei momenti di alta produttività. Per risolvere il problema è necessario spezzare lo strato limite (nel caso dei coralli grazie ad un aumento della corrente o ad un rimescolamento della colonna d'acqua) e la danza dei granchi ha proprio questo obiettivo: muovendo i chelipedi viene rotto il dannoso strato innescando un circolo virtuoso nel quale la disponibilità delle sostanze fondamentali è sempre garantita, il numero di batteri aumenta, la loro stessa produttività può incrementare e tutto questo a beneficio del granchio yeti simbionte. Questa caratteristica comportamentale è ciò che differenzia *Kiwa puravida* da tutte le altre specie di crostacei delle sorgenti idrotermali che si nutrono di batteri poiché è la sola a fertilizzare attivamente il proprio cibo. Ancora saranno necessarie molte ricerche per conoscere a pieno tutte le caratteristiche di questi particolari e unici organismi, ma di certo si può già affermare che questi yeti delle profondità marine non sono meno originali e particolari degli yeti leggendari delle vette himalayane.

Ancora una volta la fantasia non ha superato la realtà. ●



2. Thurber AR, Jones WJ, Schnabel K, *Dancing for Food in the Deep Sea: Bacterial Farming by a New Species of Yeti Crab*, 2011.

Paola Bonfante
Una pianta non è un'isola.
Alla scoperta di un mondo invisibile
Il Mulino 2021



Un titolo colto e originale per un libro che è un bell'esempio di alta divulgazione. Colto perché si ispira a una poesia di John Donne ma lo fa sostituendo al termine *uomo* la parola *pianta*, originale perché pone subito l'accento su quello che non è il comune modo di considerare le piante. In effetti siamo abituati a vedere solo la loro parte esteriore, ma sottoterra, nascosto alla vista, non vi è solo un esteso apparato radicale, ma anche, ad esso connesso, un intenso brulicare di forme di vita: funghi, animali, virus e batteri costituiscono una vivacissima comunità da cui dipende l'esistenza stessa del regno vegetale e di conseguenza di tutto l'ecosistema terrestre da quando, circa 450 milioni di anni fa, le piante iniziarono ad occupare la terraferma.

Paola Bonfante, docente di biologia vegetale all'Università di Torino e autrice del libro, ci porta a conoscere questa comunità attraverso sette passeggiate che si svolgono nell'ambiente a lei più congeniale, lo storico Orto Botanico dell'Università torinese, e lo fa nella maniera affabile e competente che la caratterizza rispondendo alle domande sempre più puntuali della giornalista scientifica Caterina Visco. Un espediente che ha dotti precedenti e che funziona molto bene perché la giornalista sa mettersi nei panni di un lettore che voglia capire ed approfondire i temi che vengono via via affrontati nel corso delle passeggiate.

In effetti ogni passeggiata è una lezione e una scoperta, o più di una. Nella prima ci viene spiegato che le piante "comunicano": al loro interno, tra foglie e radici e viceversa, per adattarsi ai cambiamenti ambientali e difendersi dai nemici, tra di loro e con i diversi organismi con cui condividono l'ambiente del sottosuolo. Tra questi ultimi occupano un posto di grande rilievo i funghi, en-

tità particolari né vegetali né animali che attraverso il meccanismo della simbiosi, ossia della convivenza reciprocamente vantaggiosa tra specie diverse, svolgono un ruolo fondamentale nell'equilibrio degli ecosistemi terrestri. Paola Bonfante è probabilmente la maggior esperta italiana di simbiosi tra piante e funghi e a partire dalla seconda passeggiata si addentra con sempre maggiori dettagli ed esempi nell'alquanto sconosciuto mondo delle simbiosi micorriziche, quelle che, ricevendo in cambio carbonio ridotto ottenuto attraverso la fotosintesi, non solo forniscono fosfato e altri importanti minerali alla pianta, ma ne migliorano il metabolismo e le difese immunitarie. Associati agli apparati radicali di quasi tutte le piante, i funghi micorrizici sono costituiti da ammassi di ife i quali, nel caso delle ectomicorrize che si instaurano con determinate piante, possono produrre corpi fruttiferi macroscopici alcuni nascosti nel sottosuolo come i preziosi tartufi – tra i primi soggetti studiati con successo dall'autrice – altri ben visibili all'esterno come porcini, amanite e finferli, solo per citarne alcuni. Questi studi vanno ben al di là degli interessi naturalistici o gastronomici. Negli ultimi anni le ricerche sulle micorrize e sulle reti sotterranee che esse intessono tra le piante scambiando nutrienti e informazioni e che, in analogia con l'ormai insostituibile *world wide web* che tramite il computer ci connette tutti, sono state chiamate *wood wide web*, sono andate sempre crescendo. E questo non solo per l'indubbio fascino del fenomeno, ma anche perché schiudono la possibilità di utilizzarlo per migliorare le difese delle piante dagli insetti e dalle malattie. Ciò che invece da centinaia di anni l'uomo ha imparato a utilizzare empiricamente in agricoltura è un altro tipo di simbiosi, quella tra i batteri fissatori di azoto e le leguminose, tanto importanti per la nutrizione dell'uomo e degli animali. Nell'orto botanico non mancano piselli e fagioli e per osservare questa simbiosi durante la penultima passeggiata. Come spiega molto bene Paola Bonfante, gli studi sulla simbiosi tra batteri e piante e tra piante e funghi hanno fatto moltissimi passi avanti a partire dagli anni Novanta del secolo scorso e proseguono tuttora con grande slancio estendendosi a tutto il microbiota associato alle piante. E questo perché, analogamente al microbiota umano che tanto interesse sta suscitando in questi ultimi anni, anche quello delle piante ha influenze sia positive sia negative: contribuisce alla loro crescita e alle difese dai patogeni, ma può renderle suscettibili alle malattie e agli stress ambientali. Ecco perché conoscerlo e studiarlo può dare un importantissimo contributo non solo verso un'agricoltura sempre più produttiva e sostenibile in quanto meno bisognosa di concimi chimici e antiparassitari ma, conclude l'autrice, anche verso un ambiente più salubre per l'umanità intera. Questa è la promettente sfida che biologi, agronomi e moderni agricoltori hanno davanti.

Adriana Giannini

Il processo di comprensione dei testi: meccanismi cognitivi e componenti emotive

Maria Chiara
Levorato

Here we describe the product of the text comprehension process, namely semantic representation; the system that carries out this process, namely human memory; the role of inferential processes in the construction of a coherent mental representation; the linguistic and non-linguistic knowledge that is involved in the comprehension process. The importance of an in-depth knowledge of the text comprehension processes in developmental age is discussed, when the system that carries out the processing is immature, and linguistic knowledge is in the construction phase. Text comprehension also brings emotional processes into play: from this perspective, epistemic emotions are analyzed, such as interest and curiosity, namely the emotions that motivate the acquisition of knowledge.

Key words: *Text comprehension, Semantic representation, Inferential processes.*

Prima di soddisfare le aspettative generate dal titolo del presente articolo è necessario fare alcune precisazioni utili per chi non si occupa di linguistica o di psicologia cognitiva.

Lo sviluppo culturale di un gruppo sociale procede di pari passo con la produzione di testi, intendendo con questo tutti i generi di testi: narrativi, descrittivi, legislativi, giornalistici, normativi. Nella vita quotidiana, poi, ciascuno di noi incontra molti altri generi di testi, a volte in forma scritta ma spesso anche in forma dialogica: una conversazione, la descrizione di una procedura, un appello, una argomentazione. Queste due tipologie di testi, quelli culturalmente condivisi da un lato e quelli quotidiani e personali dall'altro lato, nel loro insieme costituiscono i mattoni per la costruzione dell'identità culturale e personale.

La comprensione del testo dunque è processo quotidiano, ubiquitario, pervasivo, necessario all'individuo e alle relazioni tra individui; tuttavia, dal punto di vista cognitivo è un processo estremamente complesso: da un lato avviene in modo apparentemente semplice, richiede una attenzione moderata (meno di una partita a scacchi o della soluzione di un problema scientifico), non implica un elevato sforzo cognitivo, d'altra parte dal punto di vista delle funzioni mentali che coinvolge e delle strutture cognitive che ingaggia è multiforme, sfaccettato, articolato. Di questa complessità cercherò di dare conto in questa breve esposizione.



Un testo nell'accezione con cui verrà inteso qui è qualsiasi prodotto linguistico in cui più parole o più frasi si presentano in modo coerente: tale coerenza consente di riconoscere in esse un significato. È molto importante tenere a mente che le modalità cognitive con cui questa costruzione di significato avviene sono indipendenti dal genere di testo: il funzionamento della mente umana risponde, come vedremo, ad un principio di economia ed efficienza e dunque lavora allo stesso modo su una varietà di differenti stimoli, per cui l'elaborazione cognitiva del testo avviene allo stesso modo per i diversi generi di testi, compresi i testi audiovisivi – film, fumetti – in cui l'unica differenza è che le informazioni visive devono venire integrate mentalmente con quelle verbali. Per lo stesso motivo l'elaborazione cognitiva è analoga sia che il testo sia *letto* sia che venga *ascoltato*: cambia il tipo di input ma i processi costituenti sono i medesimi. Sarebbe estremamente dispendioso attivare processi di comprensione diversi per diversi generi di testi o per testi che si presentino in modalità sensoriali diverse.

La rappresentazione semantica

La psicologia cognitiva ha indagato il sistema, o architettura della mente, che elabora l'informazione linguistica complessa, e ha descritto le caratteristiche del prodotto mentale di tale elaborazione: la *rappresentazione semantica* (d'ora in poi RS), ossia l'insieme di significati che vengono estratti dal testo durante l'elaborazione. Analizzeremo brevemente l'insieme di conoscenze, sia linguistiche sia non linguistiche, e i processi che avvengono durante l'elaborazione che trasforma una sequenza lineare di parole in una RS. Come è fatto questo prodotto della mente, la RS? La condizione affinché avvenga la costruzione di una RS è che il testo sia coerente: la coerenza del testo consente alla mente di lavorare per estrarre il significato. Dalla coerenza testuale discende la principale caratteristica della RS: è una struttura in cui un insieme di contenuti (precisamente i contenuti del testo) vengono a riunirsi in una struttura sulla base di relazioni semantiche; è una struttura organizzata, che potrebbe essere parago-

nata ad una molecola: un insieme di atomi tenuti insieme da legami, che non sono legami qualsiasi, poiché sono legami necessari. Il lavoro che fa la mente, o per essere più precisi la *memoria umana*, consiste nell'identificare sia gli atomi (o contenuti) sia i legami (o relazioni semantiche) che li tengono uniti. Un esempio aiuterà a comprendere: *“Pioveva che Dio la mandava e il camion correva veloce. Per fortuna c'è stato solo un ferito”*. È un semplice testo composto da tre frasi ognuna delle quali ha un diverso soggetto/ agente: la pioggia, il camion, il ferito. È un testo coerente? Lo è, nella misura in cui chi lo sottopone a processo di elaborazione è in grado di individuare un contenuto nascosto, implicito (l'incidente), una inferenza che tiene insieme i tre soggetti per ricostruire le loro relazioni semantiche. Nemmeno tali relazioni sono esplicitate: due concause, il suolo bagnato e la velocità della guida, determinano un effetto: un ferito. Ciascuno dei tre soggetti costituisce un contenuto della RS, e la coerenza è data dalle loro relazioni semantiche che sono implicite, ma facilmente inferibili. Il testo parla di un incidente accaduto in condizioni meteorologiche gravi, che ha coinvolto un camion, e l'esito è esplicito: un ferito. L'esito non è stato grave come ci si poteva aspettare: per questo il testo dice che c'è stato *solo* un ferito. Forse era buio, forse l'autista del camion era una persona di genere maschile (di solito è così), etc. Si può continuare a fare delle fantasie (o inferenze non autorizzate) su questo incidente, che vengono in mente, più o meno consapevolmente, durante la comprensione: anche queste supposizioni vanno a costituire la RS, ma il loro legame con i contenuti principali è più debole, e infatti potrebbero essere smentite da una frase successiva: *“la donna alla guida del camion ha dichiarato di aver avuto un colpo di sonno nonostante fosse pieno giorno”*. Ovviamente in un testo più lungo i contenuti sono più numerosi, ma non tutti vanno a costituire la RS, ad esempio quelli irrilevanti vengono lasciati cadere, e dunque non verranno ricordati; in generale i contenuti che entrano a far parte della RS assumono pesi diversi in funzione di quanto sono importanti.

Come avviene il riconoscimento che un contenuto è importante? In primo luogo lo è quello che ricorre più volte nel testo; non si può dimenticare chi è il protagonista della storia perché è presente in molte frasi, viene ripetuto svariate volte. Questo tipo di elaborazione è *bottom up*: dall'input al significato. Ad esempio, un testo che parla della fame nel mondo conterrà diverse volte i termini "fame" "affamati", "denutrizione": la memoria riconosce che queste diverse espressioni vanno a costituire il nucleo concettuale del testo perché sono presenti in diverse frasi. Parallelamente, nella costruzione della RS avviene un processo *top down* (guidato dalle conoscenze precedenti): le conoscenze già possedute circa il tema della fame nel mondo (ad esempio che alcuni paesi ne sono maggiormente afflitti) vengono attivate dalla memoria e favoriscono il processo di comprensione. Quando facciamo il riassunto di un testo richiamo alla mente la RS costruita attraverso i processi *bottom up* e *top down*, ossia la recuperiamo dalla memoria e scegliamo i contenuti da rievocare partendo dai più centrali, quelli che abbiamo riconosciuto essere i più importanti.

Updating e processi inferenziali

La RS si modifica man mano che la lettura o l'ascolto del brano procede, e si arricchisce di contenuti nuovi e rilevanti: dunque la rappresentazione semantica è una struttura flessibile, sensibile alle informazioni nuove. Nella lettura di un romanzo, ad esempio, di volta in volta, quando lo prendiamo in mano, attiviamo la RS costruita fino alla seduta precedente di lettura, e ci disponiamo mentalmente al compito di arricchire e aggiornare la RS costruita fino a quel momento. La RS deve aggiornarsi (*update*) per essere coerente con le informazioni nuove. Percepire che la RS costruita fino a quel momento è incompleta ci motiva ad andare avanti nella lettura; il bisogno di chiusura, che è la molla di molti comportamenti umani, opera anche nella comprensione del testo: in parole semplici, si desidera conoscere come va a finire la storia.

Se nella RS entrano contenuti non autorizzati dal testo si può verificare una incomprensione,

ad esempio, quando vengono fatte inferenze non autorizzate (accade spesso nelle conversazioni "Io non ho detto questo", "Non l'hai detto, ma lo hai lasciato intendere"). In generale, l'emersione di contenuti non espliciti è positiva e avviene in modo inconsapevole: le conoscenze che abbiamo costruito precedentemente nelle nostre interazioni con la realtà, e con altri testi, si affacciano alla nostra mente (memoria) per dare un senso alle informazioni attuali. È utile che emergano tutti questi significati non espliciti nel testo? Lo è nella misura in cui nessun testo può essere talmente dettagliato da dire tutto: chi costruisce il testo sa che alcune informazioni possono rimanere inesprese perché chi riceve il testo colmerà la mancanza di informazioni. Come le colmerà? Attraverso processi inferenziali, che altro non sono che il reclutamento di conoscenze pregresse per dare un significato coerente ad informazioni attuali. Anche questa attivazione di conoscenze pregresse risponde al principio di economia, che è condiviso da chi comprende il testo e da chi lo produce.

A quali regole implicite si attiene chi produce il testo? Non dire ciò che non serve in quanto implicito, fornire la quantità di informazioni necessarie, fornire solo quelle pertinenti, essere chiaro ed esplicito quanto è necessario per la comprensione: il rispetto di queste regole consente la collaborazione con coloro cui il testo è destinato. I testi sono prodotti da strutture cognitive condivise da tutto il genere umano e sono dispositivi attraverso i quali avviene uno scambio collaborativo tra chi lo produce e chi lo riceve: la competenza comunicativa consiste esattamente nella capacità di modulare la quantità e qualità di informazioni trasmesse affinché la comprensione sia rapida ed economica. Altrimenti la comunicazione si inceppa: la comprensione deve avvenire istantaneamente, non può essere rimandata a quando la traccia sonora (o visiva nel caso della lettura) si sarà dissolta; quindi le conoscenze necessarie per la elaborazione del testo devono essere possedute al momento della sua fruizione. Per questo la comprensione richiede meccanismi attentivi che possono richiedere più o meno sforzo in funzione di quanto il testo desta interesse.

Le conoscenze del mondo

Le conoscenze di cui si è detto finora sono denominate “conoscenze enciclopediche” o “conoscenze del mondo” e includono quell’insieme di conoscenze che la persona costruisce nell’interazione con la realtà fisica e sociale, nell’osservazione del mondo reale e delle persone e delle loro azioni, ma anche attraverso la miriade di testi che incontra nella propria vita, a cominciare dai libricini per bambini e bambine molto piccoli, tra il primo e il secondo anno di vita. Rispetto alla realtà percepita, il libro, con i testi che contiene, ha un grande vantaggio che gli viene conferito dal fatto di essere un artefatto simbolico: a differenza degli altri artefatti, i manufatti, consente di espandere l’esperienza personale, per includere mondi lontani, oggetti mai percepiti o percepibili, azioni reali o immaginarie mai esperite, etc. Come tale è una fonte inesauribile di conoscenze sempre nuove e diverse, e man mano che queste aumentano, aumenta anche la possibilità di elaborare e comprendere testi sempre nuovi e diversi e più difficili.

E in età evolutiva?

Lo studio della comprensione del testo in età evolutiva è interessante sia perché ha una valenza applicativa in quanto è fondamentale per il successo scolastico, ma anche perché lo studio dell’evoluzione di una competenza, di un processo o di una funzione psichica in diversi momenti dello sviluppo permette di comprendere un processo cognitivo nel suo farsi, dalle forme elementari alla forma matura, fermo restando che stiamo parlando di una competenza che è in continua evoluzione nella lettrice e nel lettore. Va detto che il processo di comprensione è sostanzialmente analogo nell’età evolutiva e nell’età adulta, con le dovute differenze qualitative e quantitative, e che il processo descritto finora si applica anche all’età evolutiva. Però bisogna considerare quali possono essere le fonti di errore nel processo di comprensione compiuto da una memoria immatura e che possiede conoscenze ancora in via di acquisizione.

Nelle bambine e nei bambini le incomprensioni sono determinate da difficoltà che riguardano aspetti elementari del processo di comprensione.

Abbiamo già accennato al ruolo delle conoscenze del mondo: è necessario avere una base minima di conoscenze relative ai contenuti di cui un testo parla affinché la comprensione avvenga e, d'altra parte, il testo deve essere abbastanza chiaro ed esplicito per consentire l’attivazione di conoscenze precedenti: se parla di elefanti, sia chiaro fin dall’inizio che parla di elefanti! Se il testo sugli elefanti è per bambini/e di età prescolare, chiarire fin dall’inizio che l’elefante è un animale che vive in paesi lontani, che è grande etc. È positivo che il testo sia accompagnato da figure, perché tanti contenuti possono essere trasmessi per via di immagini, e anche queste devono essere chiaramente decodificabili.

Oltre alle conoscenze del mondo, vanno prese in considerazione le conoscenze linguistiche. In primo luogo è necessario conoscere il significato delle parole. È tautologico, ma a volte non tutte le parole sono conosciute: se in tre righe di testo ci sono due parole rilevanti non conosciute – e non spiegate – quelle tre righe non vengono comprese. Questo effetto è chiaro se pensiamo a tre righe in una lingua che non conosciamo perfettamente. A maggior ragione in età evolutiva, quando è più difficile che vengano attivati quei processi inferenziali che un adulto opera sul contesto, linguistico e non linguistico, per fare supposizioni sul significato della parola sconosciuta. Oltre a questo, in tutte le lingue, e l’italiano non fa certo eccezione, la polisemia è frequentissima: almeno ogni cinque parole ce n’è una polisemica, oppure c’è una espressione idiomatica, oppure una metafora. Qualcuno avrà notato che nelle tre



frasi sull'incidente ho usato l'espressione "*Pioveva che dio la mandava*". Veramente c'era un dio che compiva un'azione? E cosa mandava? A chi? (il verbo *mandare* regge due argomenti). Per un adulto è facile capire che si tratta di una espressione figurata. Per un bambino no. I testi mettono in campo le conoscenze lessicali, ma al contempo le arricchiscono enormemente. È incontrando espressioni nuove in contesti ripetuti che parole nuove vengono acquisite.

Infine, a proposito di conoscenze linguistiche, le sequenze di parole devono essere messe in ordine secondo regole della grammatica e della sintassi. Attraverso sequenze di frasi vengono implementate quelle strutture grammaticali che, secondo la teoria chomskyana, sono parte del nostro patrimonio genetico innato.

Non c'è qui lo spazio per esporre nel modo dovuto la teoria strutturalista di Chomsky, il padre della psicolinguistica: essa è stata, anche giustamente, criticata per alcuni aspetti, ma il suo *statement* più basilare è fondamentale. Per illustrarlo mi limiterò a fare un esempio e un'analogia. L'esempio è il seguente: nella frase "*il cane che rincorre il bambino è grasso*", il/la parlante competente – ovvero una persona che abbia più di sei o sette anni di età – intende che è il cane ad essere grasso, diversamente da quanto suggerito dalla struttura superficiale della frase, e dal dato fonologico, che vede la parola *è grasso* preceduta immediatamente dalla parola *bambino*. E dunque alla domanda "chi è grasso?" risponde correttamente che è il cane. La mente supera l'inganno indotto dalla forma superficiale della frase, attraverso l'attivazione di una struttura grammaticale profonda che individua nel *cane* il soggetto di due predicati – *rincorre* ed *è grasso* – e il *bambino* solamente come oggetto del rincorrere (e non soggetto della frase "è grasso"). L'ipotesi di Chomsky è che la struttura della grammatica sia universale – in quanto posseduta da tutti gli individui – e innata. E, a differenza del lessico, in cui ciascun parlante è in grado di affermare se conosce o meno il significato di una parola, la conoscenza della grammatica è inconsapevole: per questo è una materia di studio – anche ostico –

a scuola. L'analogia che propongo per superare l'incredulità circa l'ipotesi innatista è la seguente: è innata negli uccelli la capacità di apprendere il canto *specie specifico* della propria specie, è innata nei cani la capacità di riconoscere odori che non sono solo quello della madre o della propria cuccia, ma anche di una miriade di altre fonti odorose, è innata nei delfini la capacità di percepire suoni fino a 200.000 Hz. E noi umani percepiamo colori che il nostro gatto non percepisce! Analogamente, l'infante è in grado di riconoscere nell'input linguistico strutture grammaticali della lingua madre grazie ad una conoscenza innata delle forme che una lingua, qualsiasi lingua parlata, può assumere; ovviamente a condizione che venga esposto ad un input sufficientemente ricco e corretto entro i primi anni di vita. All'età della scuola primaria, pian piano questa capacità innata si spegne (si parla di età critica): per questo da adulti è tanto difficile imparare una lingua nuova. Ciò che nei primi anni di vita viene fatto senza sforzo – acquisire una o più lingue – da adolescenti e da adulti diventa un apprendimento che avviene con sforzo cognitivo, impegno e notevoli risorse attentive.

Le funzioni della memoria

In sintesi: conoscenze linguistiche (lessico e grammatica) e conoscenze non linguistiche (conoscenze del mondo e conoscenze delle azioni umane) sono i pilastri della comprensione dei testi, e a loro volta vengono aumentate con l'esposizione ai testi. La funzione psichica che compie questo processo è la memoria. La *memoria a lungo termine* organizza le conoscenze precedenti e le mette a disposizione nel processo di elaborazione e comprensione e a sua volta aumenta il proprio "volume" di conoscenze attraverso l'esposizione ai testi (oltre che attraverso tutte le esperienze sensoriali). La *memoria di lavoro* è quella che lavora sul materiale in arrivo e lo integra con le conoscenze precedenti. Il materiale semantico elaborato nella lettura o ascolto di un testo, ossia la RS, viene archiviato nella memoria a lungo termine, assieme al ricordo di altre esperienze. La funzione della memoria è

fondamentale per ricordare i testi che si sono letti – e studiati – ma è evidente che quanto migliore è il processo di comprensione, tanto maggiore è la memoria di un testo: si ricorda bene ciò che si è compreso bene, come sanno tutti gli insegnanti. E, alla luce di quanto detto prima, possiamo concludere che quanto più la RS costruita è una struttura fortemente coerente e coesa, tanto migliore la comprensione. Non si comprende un testo semplicemente individuando qualche contenuto scollegato dagli altri, né si può ricordare un testo compreso in tal modo. Da questa osservazione si capisce l'importanza di comprendere che studiare non vuol dire stare molto tempo su un testo (o sottolinearlo tutto!), ma impiegare le strategie corrette per comprenderlo.

Le emozioni epistemiche

Il lavoro che svolge la memoria nel processo di comprensione è impressionante se si pensa alla mole di conoscenze del mondo e linguistiche che deve utilizzare. È un lavoro che richiede grande efficienza, e che, però, viene compiuto in modo rapido, spontaneo, senza consapevolezza: parola per parola, frase per frase, la memoria di lavoro costruisce la rappresentazione semantica, cercando di aggirare tutte le possibili fonti di incomprensione, come quelle che abbiamo esemplificato precedentemente. La memoria consuma energia e richiede attenzione: non si può elaborare un testo pensando ad altro, non si può fare per otto ore di seguito senza interruzioni (forse non si può fare nemmeno per quaranta minuti di seguito, senza interruzione), non si può fare se si ha mal di testa, non si può fare se si è emotivamente coinvolti e presi da un innamoramento, un lutto, una paura, un'arrabbiatura. Queste ultime sono emozioni che distraggono energia dal processo di comprensione, perché si focalizzano su qualcos'altro. D'altra parte, non si può comprendere un testo se non si prova un minimo interesse per i contenuti del testo stesso: questo significa che l'emozione è utile alla comprensione se è una emozione che riguarda il testo, i suoi contenuti. Definiamo *emozioni epistemiche* quelle che accompagnano il lavoro cognitivo di elaborazione



del testo, che producono l'energia necessaria a mantenere l'attenzione sul testo. Quand'è che non riusciamo a mettere giù il romanzo che stiamo leggendo? Quando genera suspense, quando ci aspettiamo contenuti sorprendenti, quando ci riconosciamo nelle vicende che vengono raccontate, quando abbiamo la sensazione che ciò di cui parla il testo in qualche modo ci riguarda (per questa emozione esiste una parola: *avvincente*). Una lettura che avvince è una lettura in cui il processo di comprensione avviene facilmente, non necessariamente perché il testo è facile, ma perché l'energia che stimola in noi rende facile l'azione della memoria di lavoro, rende facile stare sopra quel testo avendo l'impressione che il tempo sia volato. La più pervasiva tra le emozioni epistemiche è l'interesse. L'interesse è un po' come il tempo per sant'Agostino: sappiamo cos'è ma se mi chiedi di definirlo non ne sono capace. La psicologia cognitiva e lo studio della psicologia delle emozioni se ne sono occupate molto. Anche Darwin se ne è occupato in *L'espressione delle emozioni nell'uomo e negli animali*. In sintesi, l'interesse è una delle emozioni innate, è universale come dimostra il fatto che ad essa corrisponde una espressione del volto che viene riconosciuta in tutte le popolazioni della terra; non è culturalmente determinata, anche se le cose che interessano agli eschimesi sono diverse da quelle che interessano a noi. Dunque l'interesse benché estremamente variabile tra gli individui e le culture riguardo l'oggetto che lo determina, è patrimonio genetico della specie umana: serve a riconoscere nell'ambiente quegli elementi,

oggetti, input etc. sui quali è utile, adattivo, appuntare la propria attenzione, e si manifesta fin dalle prime settimane di vita con lo sguardo attento, con un rallentamento del battito cardiaco e altre reazioni fisiologiche. Gli stimoli nuovi sono in grado di stimolare interesse: in questo l'interesse è l'opposto della noia.

Perché i testi narrativi sono interessanti?

Un testo noioso, qual è? Un testo noioso è quello difficilmente comprensibile, ossia fuori dalla propria portata, è quello eccessivamente ridondante, in cui troppe frasi non sembrano introdurre alcun elemento informativo nuovo. Un testo che suscita interesse, soprattutto in età evolutiva, è un testo che o per i contenuti o per la forma richiama esperienze personali, è vicino ai propri vissuti. E in età adulta è anche quello che tratta temi sui quali abbiamo già una certa mole di conoscenze pregresse: da ogni testo ci si aspetta un buon equilibrio tra informazioni nuove e informazioni già possedute. Abbiamo parlato dell'importanza di disporre di conoscenze precedenti per comprendere un testo. Fin da piccolissimi sviluppiamo una conoscenza delle esperienze personali ricorrenti: i comportamenti che si mettono in atto in modo ritualizzato nel corso della giornata, le relazioni con le persone di accudimento. C'è una ragione se gli animali, tanto più quelli esotici ma non solo, nelle storie per bambini vengono antropomorfizzati: per far capire che sono dotati di volizione e intenzionalità li si presenta mentre

svolgono azioni ben note ai bambini (fanno colazione, si lavano i denti, vanno a trovare i loro amici, etc.). Questa somiglianza tra le loro azioni e le nostre azioni li rende oggetti interessanti. E grazie a questo l'impatto di questo tipo di storie sulla conoscenza del mondo è enorme nella prima infanzia, ma anche in tutta l'età evolutiva. Questa semplice ragione, ossia il bisogno di ritrovare nel testo elementi familiari, comprensibili, favorisce l'empatia per i personaggi, una emozione che rende estremamente avvincente il testo: e questo spiega perché i testi narrativi siano i più interessanti. La loro struttura, poi, è la più semplice perché riproduce la struttura delle azioni umane: c'è un personaggio che ha un determinato scopo (vincere: la categoria del successo delle proprie azioni è fondamentale nella nostra comprensione della realtà), qualche difficoltà o ostacolo si frappone al suo raggiungimento, cerca il modo per aggirare l'ostacolo, raggiunge lo scopo e... "vissero felici e contenti".

Semplici e interessanti: queste le caratteristiche dei testi che sono i più facili da comprendere, e come tali i più memorabili. Anche i processi culturali puntano su testi semplici e interessanti per trasmettere norme, valori, sistemi di credenze: i miti, le grandi narrazioni, le religioni. In tutti i casi l'azione umana, con le sue motivazioni e scopi, con i contenuti emotivi e affettivi che l'accompagna e la sottende, con gli effetti delle azioni individuali e di gruppo sulle relazioni con gli altri e con entità sovraordinate (lo Stato, gli



dei) costituisce il prototipo di tutti i contenuti dei testi narrativi. E le sue origini sono rintracciabili fin dalla prima infanzia: le narrazioni permettono al bambino di comprendere che le proprie esperienze sono comuni a tutti e hanno senso perché gli scopi che le guidano sono condivisi da tutti. Presumibilmente, anche lo sviluppo filogenetico ha visto i testi narrativi come prima forma di comunicazione non legata al *qui ed ora*, che aveva lo scopo di condividere esperienze trascorse: la sua funzione di *coesione del gruppo* e la sua *funzione educativa* sono sopravvissute fino ai nostri giorni, almeno fino alla comparsa dei social che hanno completamente sovvertito le forme degli scambi comunicativi fra individui. Anche in età evolutiva i testi, e in particolare quelli narrativi, hanno una funzione importante di trasmissione di conoscenze, ma anche di stabilire un terreno comune di condivisione di esperienze personali: il racconto e la rielaborazione linguistica che gli adulti offrono ai bambini e bambine di esperienze vissute insieme è un elemento di rafforzamento di legami interpersonali e affettivi.

Prima di osservare che non tutti i contenuti possono essere antropomorfizzati e trasmessi attraverso la struttura di una storia, invito chi mi legge, alla fine di questa trattazione sulla comprensione dei testi, a fare un esercizio, anzi due esercizi.

1. Ricordare le teorie scientifiche che sono state trasmesse attraverso delle narrazioni (la prima che viene in mente è la teoria darwiniana).

2. Immaginare dei concetti scientifici (storici, matematici, topografici, geografici, chimici. ecc.) che possono essere rappresentati attraverso strutture narrative, dialogiche, antropomorfizzanti.

All'inizio di questo articolo ho usato la metafora della molecola per parlare della rappresentazione semantica del testo perché so di rivolgermi ad un pubblico che conosce bene questo costrutto scientifico. E spero che questo abbia reso più chiaro un concetto che avrebbe potuto essere un po' confuso, quello, appunto di rappresentazione semantica. Ciascuno di noi, nella vita di tutti i giorni, usa le capacità analogiche, metaforiche, usa similitudini, associazioni etc. per rendere la realtà più comprensibile. Attraverso la capacità che ciascuno di

noi possiede di utilizzare queste forme di pensiero creativo per trasmettere conoscenze nuove, vale a dire di usare ciò che è familiare per parlare di ciò che è sconosciuto, chi produce testi che si rivolgono a persone in età evolutiva, e in generale a persone poco istruite su un certo argomento, può rendere interessanti e avvincenti concetti che è importante comunicare e far apprendere. ●

BIBLIOGRAFIA

Ferstl EC, *Text comprehension*, Oxford, The Oxford handbook of psycholinguistics, 2018.

Florit E, Roch M, Levorato MC, *Listening text comprehension in preschoolers: a longitudinal study on the role of semantic components*, Reading and Writing 27:793-817, 2014.

Kintsch W, *Revisiting the Construction. Integration Model of Text Comprehension and its Implications for Instruction*, Theoretical Models and Processes of Literacy, Londra, Routledge, 2018.

Levorato MC, *Racconti, storie e narrazioni: i processi di comprensione dei testi*, Bologna, Il Mulino, 1988.

Levorato MC, *Le emozioni della lettura*, Bologna, Il Mulino, 2000.

Levorato MC, Roch M, *TOR: test di comprensione del testo orale, 3-8 anni*, Firenze, Organizzazioni Speciali, 2007.

Roch M, Dicaldo R, Levorato MC, *Receptive Vocabulary and Listening Narrative Comprehension of Italian-English Bilingual Children between 5 to 7 Years*, Educ. Sci, 13:280, 2023.

La lettura è una competenza cognitiva giovane

Marirosa
Di Stefano

Reading a script written in alphabetic characters is a cognitive ability that the human brain achieved rather recently, around 3500 years ago. For learning the correspondence between graphemes and speech sounds the brain activates a functional network connecting visual, acoustic and language areas and, at the same time, ‘recycles’ a neural structure – originally devoted to the processing of forms – that becomes the area where letters and words are identified (VWFA). Current research is concerned with the possible influence of digital reading on the various aspects of cognition mostly related to reading.

Key words: *Neural reading network, Visual word form area (VWFA), Digital reading*

Leggere vuol dire interpretare segni grafici che riflettono parole di uno specifico linguaggio, ricavandone un significato.

All’origine, precedendo di molti millenni la scrittura e la lettura alfabetica che pratichiamo oggi, la trasmissione di informazioni in modalità non orale si serviva di forme simboliche incise su terracotta e pietra. Questo primitivo sistema di scrittura, detto ideografico, è emerso in maniera indipendente nel Vicino Oriente, in Cina e in Mesoamerica per la necessità di registrare il tipo e la quantità delle merci oggetto di scambi commerciali. Il sistema più antico – documentato dai reperti archeologici – si è sviluppato in Mesopotamia ad opera dei Sumeri circa 10.000 anni fa. La figura qui sotto mostra una tavoletta d’argilla su cui sono incisi cunei e sfere rappresentativi della natura e della misura dei beni, in questo caso grano, dati o ricevuti.

Nel corso dei successivi 5.000 anni la scrittura ideografica si è andata trasformando in quella basata su segni fonetici, inizialmente usata solo per registrare i nomi di singoli individui¹. Questo passaggio è cruciale perché segna il punto di svolta della scrittura che, emulando il linguaggio, poté da allora essere applicata a tutti i campi dell’esperienza umana.

Si deve presumere che la transizione da sistemi di comunicazione scritta basati su simboli e glifi a una modalità di scrittura che usa grafemi indica-



1. Schamandt-Basserat D, *The evolution of writing*, in Intern. Encyclopedia of Social and Behavioral sciences Elsevier, Wright Ed, 2014.

tivi di suoni e sillabe abbia comportato un riarrangiamento della circuiteria cerebrale necessaria per la loro interpretazione.

Il cervello di uomini e animali è preparato fin dalla nascita al riconoscimento delle forme. Si tratta di una funzione indispensabile per la sopravvivenza che viene assolta da strutture geneticamente determinate. Perciò, una volta trovato un accordo sul significato da attribuire a una data forma incisa o disegnata, la sua comprensione è immediata per tutti: ogni cervello possiede le strutture adeguate per questo. Nei primati le regioni che identificano le forme (di oggetti, facce e luoghi) sono disposte meso-lateralmente nel lobo temporale di entrambi gli emisferi cerebrali². Invece, il riconoscimento di segni grafici che riflettono i suoni del linguaggio parlato non è una capacità innata: l'umanità non ne ha sentito il bisogno prima dell'invenzione della scrittura alfabetica e il cervello non era preparato al compito.

La scrittura alfabetica compare intorno al 1800 a.C. I dati archeologici rivelano l'esistenza di un alfabeto consonantico con cui i re assiri emanavano i loro editti e che i mercanti fenici hanno diffuso lungo le coste del Mediterraneo finché, circa un millennio dopo, i greci lo fecero proprio perfezionandolo con l'aggiunta delle vocali. Dal proto-alfabeto nato nel Vicino Oriente sono derivati tutti gli altri alfabeti, dall'ebraico al cirillico all'arabo, oltre naturalmente a quello latino che i romani appresero dagli etruschi ed esportarono nelle diverse regioni del loro impero. A quell'epoca il cervello umano si era già da tempo attrezzato per interpretare gli scritti alfabetici.

Identificare e dare un senso alle diverse combinazioni di segni rappresentativi di parole è una funzione cognitiva che certamente i *sapiens* non possedevano e che gli uomini (e le donne) hanno acquisito in tempi relativamente recenti, non prima di 3.500 anni fa. Per sviluppare questa nuova

funzione il cervello ha dovuto operare sottili cambiamenti all'interno della rete di connessioni corticali che l'evoluzione aveva modellato nel corso di milioni di anni. Imparare a leggere comporta l'attivazione di vie neurali dirette tra le aree del linguaggio, dell'udito e della visione e soprattutto richiede che una delle aree visive si specializzi nel riconoscimento delle singole lettere e delle parole che queste compongono. A questo scopo il cervello "ricicla" parte della regione originariamente deputata al riconoscimento degli oggetti modificandone la funzione, ma solo nell'emisfero sinistro in cui ha sede il linguaggio³. È interessante notare che l'area che identifica le parole scritte (indicata dall'acronimo VWFA) conserva una caratteristica peculiare della struttura neurale da cui origina. Il processamento della forma di un oggetto segue il principio dell'invarianza, cioè si verifica indipendentemente dalla prospettiva e dalla dimensione in cui l'oggetto viene visto⁴; la stessa invarianza si applica alle lettere che vengono identificate anche quando sono scritte con grafie e caratteri diversi e sono di diverse dimensioni⁵.

L'adattamento delle reti neurali a una nuova funzione viene attribuito alle proprietà "plastiche" del cervello, che – con meccanismi ancora in gran parte ignoti – permettono un recupero funzionale dopo ictus o lesioni cerebrali e che si ritiene siano alla base dell'apprendimento.

A differenza del linguaggio la lettura è una competenza che non abbiamo ereditato dai nostri progenitori ma che acquisiamo per via epigenetica. Il linguaggio si manifesta grazie all'attivazione di specifiche reti neurali che nella specie umana si sono strutturate 150.000 anni fa. I bambini, infatti, imparano a parlare senza interventi esterni, basta esporli a un ambiente di normali parlanti. Al contrario, perché i bambini imparino a leggere c'è bisogno di qualcuno che insegni loro a

2. Ishai C et al., *The representation of objects in the human occipital and temporal cortex*, Cognitive Neuroscience, 12:35-51, 2000.

3. Dehaene S, Cohen L, *Cultural recycling of cortical maps*, Neuron, 56:384-398, 2007.

4. Wallis G, Rolls ET, *Invariant face and objects recognition in the visual system*, Progress in Neurobiol, 51:167-194, 1997.

5. Chauncey K et al., *Effects of stimulus font and size on masked repetition priming: an ERP investigation*, Lang Cogn Process 23:183-200, 2008.

comprendere la corrispondenza tra gli insiemi di lettere e i suoni della lingua; un processo di apprendimento durante il quale le strutture neurali esistenti vengono riprogrammate per creare una nuova rete funzionale. I metodi di insegnamento della lettura differiscono tra le lingue e le culture ma con tutti si ottiene un completo sviluppo della funzione intorno ai dieci anni di età.

Fino a un paio di decenni fa si leggeva quasi esclusivamente su carta ma negli ultimi anni la lettura digitale è diventata sempre più comune. Inevitabilmente psicologi e neuroscienziati hanno cominciato a chiedersi se e quanto il mezzo su cui prevalentemente si legge influenzi la comprensione di un testo scritto ed anche le altre abilità cognitive legate alla lettura. I risultati sperimentali prodotti finora non favoriscono la lettura in formato digitale⁶. Leggere su uno schermo riduce quella che viene definita lettura “profonda” o “intensiva” con la quale si attiva la memoria e la riflessione su quello che si sta leggendo e se ne assorbe il significato. Inoltre, rispetto alla lettura su carta, durante la lettura digitale avvengono frequentemente rapidi shift attenzionali che interrompono lo sviluppo dei più lenti processi cognitivi necessari per la piena comprensione del testo. E infine c’è chi teme che la prevalenza della modalità digitale, soprattutto tra i giovani, produca il progressivo impoverimento della capacità di lettura profonda con effetti negativi su quegli aspetti della cognizione (come il pensiero critico e la mentalizzazione) che la lettura alimenta. ●



6. Durant DM, *Reading in a digital age*, <http://dx.doi.org/10.3998/mpub.9944117>

Marianna Traversetti, Amalia Lavinia Rizzo
DSA e strategie didattiche efficaci.

Come imparare a leggere per comprendere e studiare
Franco Angeli Editore, 2023



In questo volume le autrici fanno il punto sulla didattica che realmente funziona per insegnare a leggere e comprendere un testo di studio agli allievi con disturbi specifici di apprendimento (DSA) e presentano strategie didattiche che, nel contesto italiano, non sono ancora conosciute e applicate nelle scuole, sebbene la loro efficacia sia stata dimostrata da evidenze scientifiche valide e affidabili, corroborate da approcci sperimentali. L’opera si rivolge agli insegnanti e a tutti coloro che, a vario titolo, si occupano di educazione e intendono realizzare il proprio lavoro sulla base degli esiti della ricerca scientifica e non solo delle più comuni e usuali prassi didattiche non supportate da prove di efficacia. In particolar modo, il volume promuove una conoscenza profonda sia dei diversi processi coinvolti nell’apprendimento sia delle difficoltà incontrate dagli alunni con DSA nella lettura finalizzata allo studio. Ogni capitolo offre le conoscenze scientifiche di base sull’argomento affrontato, fornisce indicazioni relative a strategie didattiche efficaci finalizzate a sviluppare i processi cognitivi, metacognitivi e motivazionali dell’apprendimento e raccoglie una serie di proposte operativo-didattiche accompagnate da suggerimenti pratici per il loro utilizzo in classe. Il lettore può così acquisire gli strumenti concettuali, metodologici e didattici per osservare, progettare e valutare le diverse componenti implicate nel compito di comprensione e di studio, stabilendo la necessaria connessione tra programmazione di classe e Piano Didattico Personalizzato.

Stanislas Dehaene
I neuroni della lettura
 Raffaello Cortina Editore, 2009



Leggere, cioè trasformare dei segni attribuendo loro un suono e un senso, può apparire un'operazione semplice e quasi naturale. In realtà Dehaene in questo studio espone in forma articolata e documentata quanto sia impegnativa la lettura e quanto sia "innaturale" e per nulla scontato il processo di apprendimento della stessa. Partendo dalle risultanze delle ricerche in ambito di psicologia cognitiva, che si sono occupate del tema al fine di scoprire quali "algoritmi" vengano applicati dal lettore per comprendere un testo, l'autore si propone di allargare l'indagine sui meccanismi cerebrali che vengono interessati nella lettura.

Dehaene, sulla base di studi recenti fondati sui dati forniti dall'*imaging cerebrale* e su quelli ottenuti in molti studi di neuro psicologia, parte da una impostazione a suo modo rivoluzionaria: il nostro cervello è un organo strutturato, caratterizzato da forti vincoli genetici che presenta però un certo margine di plasticità che consente ai nostri neuroni di riciclarsi per apprendere nuove competenze e per adattarsi all'ambiente. La capacità di apprendere la lettura si situa quindi in questa area di plasticità che permette una sorta di "riciclaggio neuronale". In sintesi, il nostro cervello pur non essendo fatto per la lettura, è in grado di riconvertirsi e di consentirne l'apprendimento.

Il saggio prende l'avvio dall'analisi del meccanismo della vista e cioè dalla descrizione di come i neuroni della retina procedano per scomporre in migliaia di frammenti una sequenza di segni che saranno poi progressivamente ricomposti al fine di riconoscere la parola scritta. Il processo di ricomposizione avviene seguendo due vie parallele: la via fonologica con la quale riconvertiamo i grafemi in fonemi e la via lessicale con la quale attribuiamo i significati.

Lo studio dettagliato delle differenti aree del cervello interessate a questi processi ha condotto l'autore a ritenere che anche la storia della scrittura debba essere ripensata alla luce degli apporti delle neuroscienze. Per quanto ampie possano essere le differenze fra diversi sistemi di notazione scritta (ad esempio molto evidenti fra la scrittura alfabetica e quella cinese), l'*imaging cerebrale* ha mostrato che in tutti i soggetti coinvolti in studi specifici si attiva la medesima area del cervello. La conclusione alla quale giunge l'autore è affascinante: "...le neuroscienze gettano nuova luce sulla storia dell'invenzione della scrittura. Ripercorrendo questa storia troviamo l'umanità all'incessante ricerca di una notazione scritta sempre più efficace, che si pieghi ai vincoli della sua organizzazione cerebrale. Non è il cervello che è evoluto per la scrittura, bensì è la scrittura a essersi adattata al nostro cervello".

Molti sono i quesiti che il testo si pone: come avviene la conversione dal grafema al fonema, cioè come impariamo a leggere (e, ovviamente, come insegnare a leggere)? Come sono rappresentate a livello neuronale le parole scritte? Che cosa è la dislessia? Quale può essere l'apporto delle neuroscienze all'insegnamento?

Il capitolo dedicato alla modalità con la quale si apprende a leggere fornisce anche indicazioni metodologiche esplicite: Dehaene, analizzando ogni fase dello sviluppo cerebrale connesso allo sviluppo del linguaggio, giunge alla conclusione che questo apprendimento passa attraverso tre grandi fasi. Nella prima fase, definita *logografica* o *pittorica*, il bambino "fotografa" alcune parole utilizzando il suo sistema visivo allo stesso modo con il quale cerca di riconoscere forme che lo cir-

condano. Questa fase non può essere propriamente definita di lettura perché il bambino non codifica la struttura della parola, ma si limita a sfruttare solo indici visivi. Nella seconda fase definita *fonologica*, il bambino associa ogni sequenza di lettere alla relativa pronuncia. La parola non viene più “vista” nella sua globalità, ma analizzata nei suoi più piccoli costituenti, le lettere o i grafemi che possono essere ricombinati per formare nuove parole (“competenza metafonologica” o “coscienza fonemica”). La terza tappa, quella definita *ortografica*, comporta una automatizzazione nel riconoscimento delle parole e, in un processo simultaneo, il sistema visivo si connette alle regioni del cervello coinvolte sia nell’analisi del significato che nella pronuncia della parola.

Pur riconoscendo la distanza significativa che intercorre tra gli studi di neuroscienze condotti in laboratorio e la pratica didattica quotidiana, Dehaene propone un sistema di insegnamento della lettura che tenga conto dei dati raccolti attraverso l’uso dell’imaging e della psicologia: non si impara a leggere in modi differenti. Ogni bambino è unico per esperienze di vita, per precocità di esposizione agli stimoli culturali, per caratteristiche cognitive, ma tutti hanno lo stesso cervello che impone gli stessi vincoli e la stessa sequenza di apprendimento. Tutte le ricerche riportate nel testo documentano che la via fonologica è la sola in grado di avviare il percorso alla lettura che solo nel tempo diventerà efficace e gratificante per il lettore una volta divenuto esperto.

Dalla psicologia cognitiva viene sconfessato il “metodo globale” cioè quello che proponeva di associare direttamente parole o intere frasi al loro significato. L’intento pedagogico che sosteneva l’uso del metodo globale era quello di slegare la dimensione “meccanica” e ripetitiva della lettura per rimettere al centro il senso e favorire così la motivazione. Ma i molti studi riportati da Dehaene sottolineano che coloro che hanno appreso a leggere attraverso la via fonologica sono anche i bambini che meglio comprendono parole e frasi. La documentazione scientifica prodotta a sostegno di questa tesi è esposta in forma dettagliata e

costituisce uno degli aspetti che rende la lettura di questo libro molto interessante per gli insegnanti di scuola primaria soprattutto, ma anche per tutti coloro che per differenti ragioni siano interessati a scoprire come il nostro cervello sia impegnato in una attività che solo da adulti lettori esperti possiamo ritenere semplice.

Il progresso nella costruzione di una “scienza della lettura” ha consentito di fornire anche ulteriori indicazioni sul funzionamento del cervello dislessico e di chiarire quali significati attribuire alla parola “dislessia”. La dislessia viene identificata come un disturbo fonologico i cui meccanismi neuronali sono stati compresi e che viene ritenuta ora recuperabile attraverso un percorso di rieducazione cognitivo. Su questo disturbo specifico di apprendimento rimangono però molte domande aperte: tutte le dislessie hanno la stessa origine? È possibile definire la specifica dislessia di ogni soggetto al fine di impostare uno specifico percorso di rieducazione?

Il saggio di Dehaene si conclude ponendo ancora questioni affascinanti: il modello del riciclaggio neuronale che è stato illustrato per descrivere i meccanismi cerebrali che intervengono nella lettura può essere esteso ad altre invenzioni culturali? E perché solo la specie umana ha inventato la cultura consentendo usi diversi ai propri circuiti cerebrali?

La lettura del libro può risultare a tratti non agevole, ma consente di riflettere su molte questioni che interrogano il lavoro degli insegnanti ai quali viene consegnato uno studio articolato e ricco di suggestioni che può costituire una connessione fra chi ricerca nell’ambito delle neuroscienze e chi opera nella didattica superando, per quanto possibile, la separazione fra approccio scientifico e approccio pedagogico. Del resto insegnare richiede di conoscere sempre più approfonditamente i soggetti in apprendimento e *I neuroni della lettura* ci aiuta in questo percorso di conoscenza.

Lucrezia Pedrali

uno scatto alla natura

Ragnatele a lenzuolo (con imbuto)

testo di Raffaello Corsi e Malayka Picchi, foto di Raffaello Corsi



***Agelena labyrinthica*, il disegno della parte dorsale dell'addome della femmina mostra due strie scure allungate con linee marroni disposte obliquamente, "a spina di pesce".**

Fotocamera Motorola g62 5G - f/1.8, tempo esposizione 1/60 sec. ISO 766

Un'assolata siepe di alloro, lungo una strada di campagna, accompagna il muro di cinta di una villetta. La potatura è grossolana ed è ormai datata, con le fronde ricresciute che debordano nella strada, lasciando al loro interno spazi e cavità meno compatte.

Questi incavi, al riparo ombroso delle foglie circostanti, sono sovente occupati da numerose e dense ragnatele pressoché orizzontali (sembrano quasi lenzuola parallele al terreno), ciascuna delle quali converge al centro in un cunicolo ben ombreggiato a forma di imbuto.

È proprio lì, all'imboccatura del tunnel, che quasi sempre attende immobile le sue prede l'autore di queste meraviglie di seta: la femmina del ragno *Agelena labyrinthica* (Clerck 1757).

Si tratta di un ragno, di medie dimensioni, con un dimorfismo sessuale non troppo evidente, se non per le misure (il corpo del maschio raggiunge i 10 mm, mentre la femmina arriva anche a 14 mm).

Ma *Agelena* è decisamente anche un abile costruttore di ragnatele. Il largo drappo orizzontale a trama intricata e sottilissima, che fuoriesce dalla siepe, fa da trappola per gli insetti che finiscono lì sopra o si imbattono in volo nei fini ma robusti filamenti. Magari, la disposizione orizzontale può creare qualche problema rispetto all'esposizione alle avversità atmosferiche: non è raro vedere ragnatele

danneggiate da piogge troppo intense o, come nella foto, il “lenzuolo” di tela con vistosi buchi rotondi, causati da sfere (“chicchi”) di grandine precipitate sopra con energia.

C'è poi, nel mezzo alla tela, il nascondiglio tubulare che rappresenta un po' il “living”, dove il ragno passa la maggior parte del suo tempo. È il punto migliore per rilevare ogni minima vibrazione della tela-trappola e piombare rapidamente sull'eventuale preda; è la zona in cui il ragno consuma i suoi pasti (il macabro reliquario di resti di ali, zampe e teste di insetti intorno all'ingresso del cunicolo lo conferma); è anche il rifugio in cui la femmina crea in estate il nido per le sue uova e le protegge fino alla primavera successiva, quando i piccoli abbandoneranno la tela materna¹. Il cunicolo non termina quasi mai a fondo cieco; in profondità si sviluppa spesso un sistema aperto di gallerie (da

cui l'epiteto *labyrinthica*) che consente al ragno di aumentare le proprie possibilità di fuga in caso di pericolo². Il veleno dell'*Agelena* è blandamente tossico per l'uomo e per i mammiferi, mentre è piuttosto efficace nel paralizzare insetti ed altri invertebrati³.

Come accade in molti Araneidi, anche in questa specie è abbastanza frequente il “*cannibalismo sessuale*”, con il maschio che rischia la propria vita nel corso della fase riproduttiva; durante il rituale di corteggiamento il maschio percorre lentamente la tela della partner che si dimostra disponibile all'accoppiamento e, in un gioco amoroso che dura anche 90 minuti, inserisce con i pedipalpi il proprio seme all'interno dell'orifizio genitale (epigino) della femmina, ma non appena sarà terminata la copula dovrà fuggire rapidamente, per non rischiare di venire da quest'ultima catturato e divorato. ●



***Agelena labyrinthica* in attesa di prede,
all'ingresso dell'imbuto della tela.
Fotocamera NIKON D3100 - f/5.6, tempo
esposizione 1/80 sec. ISO 400**



***Agelena labyrinthica*:
ragno che si accinge a catturare una formica, con
due buchi della grandine sulla ragnatela.
Fotocamera Motorola g62 5G - f/1.8, tempo espo-
sizione 1/100 sec. ISO 434**

1. Bellmann H, *Guida ai Ragni d'Europa. Oltre 400 specie*, Ricca Editore, 2021.

2. Groppali R, Boiocchi M, Pesarini C, *I ragni* (Arachnida, Araneae) della Collina Bantina, Atti della Società italiana di Scienze Naturali e del Mu-

seo civico di Storia naturale di Milano, 141:221-235, 2000.

3. Yiğit N, Güven T, Bayram A, *A Morphological Study on*

the Venom Apparatus of the Spider Agelena labyrinthica (Araneae, Agelenidae), Turkish Journal Zoology 28:149-153, 2004.

Giorgio Volpi
La natura lo fa meglio (e prima).
Le sorprendenti invenzioni tecnologiche
che la natura suggerisce all'uomo.
Aboca Edizioni, 2024



Giorgio Volpi è un chimico, dottorato in Scienza e Alta Tecnologia e laureato successivamente in Scienze Naturali. Competenze perfette per proporre un confronto tra le realizzazioni tecniche dell'uomo e quelle della natura.

“In passato l'uomo si considerava superiore agli altri animali in base al mito della creazione [...], ma l'avvento della scienza moderna, in particolare l'introduzione del concetto di evoluzione, ha livellato questa gerarchia”. L'“amor proprio dell'uomo” – come lo definiva Freud – è tuttavia duro a morire. Continuiamo ad attribuire superiorità e unicità all'uomo per le sue realizzazioni nel campo della tecnologia e della scienza applicata. L'uomo “produce auto e telefoni, veste abiti e si tinge i capelli, ha creato internet, vaccini e sommergegibili [...] in un turbinio di scoperte e invenzioni mai viste in natura: nuovi materiali, nuove

procedure, nuovi prototipi, mai visti nella storia del nostro pianeta. O forse no?”.

Il libro ci fa scoprire che molte delle idee geniali dell'uomo sono apparse sulla Terra molto prima del nostro arrivo. Le lenti dei trilobiti, ad esempio: lenti minerali, risalenti al Paleozoico, tanto resistenti da essere ancora oggi osservabili come testimonianze fossili. Metalli (anche preziosi come oro e argento, alla faccia della nostra ricerca della pietra filosofale) prodotti da batteri, funghi e piante. Formidabili adesivi, profumi e deodoranti, vetro. Ci sono batteri che generano particelle magnetiche migliori di quelle prodotte da qualsiasi laboratorio: indossando curiose collane di magnetite che usano per orientarsi e che noi potremmo utilizzare come agente di contrasto nella risonanza magnetica. Molecole luminescenti (luciferine) prodotte e conservate dall'evoluzione che risultano difficili da ricreare in laboratorio e che potremmo utilizzare in test biomedici o dispositivi optoelettronici.

Confrontare la tecnologia umana con quanto presente in natura da un lato ci permette di ridimensionare la pretesa superiorità della nostra specie; dall'altro ci insegna anche a imparare dalla natura. In questa prospettiva, la natura cambia aspetto: non è più un delicato insieme di ecosistemi e habitat da accudire, ma una riserva inesauribile di brevetti, materiali, idee da salvaguardare per il nostro stesso interesse e benessere. “Dal confronto tra tecnologia umana e prodotti dell'evoluzione possiamo imparare ad apprezzare ciò che ci circonda e scoprire un'infinità di imprevedibili realtà nascoste [...]. Ogni aspetto del creato nasconde, anche nel buio della notte o nelle profondità degli abissi, qualche fenomeno intimo e talvolta illuminante da cui trarre ispirazione”.

Il libro è scritto in modo brillante e piacevole, ma con grande competenza e precisione.

Maria Turchetto

La squadra degli avvelenati volontari. La storia sconosciuta della nascita della sicurezza alimentare

Eleonora Polo

The history of food fraud is lost in the mists of time, but has reached unacceptable levels with the development of large agri-food companies that have prospered at the expense of consumers' health in an unregulated market. To put an end to their impunity, the American chemist Harvey Wiley carried out an unprecedented scientific experiment on human guinea pigs.

Key words: *Food safety, Food adulteration, Food chemistry*

A nessuno piace essere imbrogliato, ma quando la frode riguarda il cibo, che dobbiamo ingerire e che potrebbe farci male, la truffa risulta ancora più odiosa andando dal semplice danno economico (peso e volume falsificati, un prodotto di scarsa qualità spacciato per uno migliore, etichette ingannevoli) a veri e propri attentati – più o meno gravi – alla salute delle persone. Non dobbiamo però mitizzare il passato (“non c’è più il cibo buono di una volta!”), perché questa esperienza è antica quanto il commercio delle derrate alimentari. Le lamentele sul vino annacquato o aromatizzato artificialmente risalgono all’antica Roma e già nel Codice di Hammurabi¹ sono indicati sistemi per certificare la qualità degli alimenti e sanzioni per i trasgressori.

Dobbiamo però distinguere tra contaminazioni e sofisticazioni, perché le prime possono anche essere accidentali, dovute a ignoranza o a scarsa igiene, mentre le seconde sono frutto della volontà di guadagnare a spese della salute dei consumatori. Benché le leggi contro le sofisticazioni varino da epoca a epoca, da nazione a nazione e da luogo a luogo, sono sempre state improntate a due regole, non avvelenare e non imbrogliare; infatti la legge ha sempre considerato un reato vendere un cibo che non fosse sano o di-



1. Hammurabi, re di Babilonia dal 1792 al 1750 a.C., pose le prime basi scritte per tutelare i consumatori dalle frodi alimentari e garantire la qualità dei prodotti sottolineando la

responsabilità di produttori e venditori. Nel corpus delle sue leggi ci sono riferimenti a grano, olio di oliva e birra e disposizioni riguardanti la violazione degli standard stabiliti

per la produzione di questa bevanda e la sua vendita in locali privi di licenza. Le sanzioni erano molto severe e prevedevano in alcuni casi la condanna a morte.

verso da quello che dichiarava di essere. E non si tratta solo di una questione personale fra venditore e compratore, ma coinvolge l'intera società a vari livelli (salute pubblica, economia, autorità costituite, fiscalità e politica). Tuttavia c'è quasi sempre stata una tolleranza più o meno colpevole da parte delle istituzioni.

Questa situazione si è esasperata con la rivoluzione industriale e la grande urbanizzazione che ha spostato ingenti masse di lavoratori dalle aree rurali verso le grandi città, interrompendo il rapporto diretto produttore-consumatore tipico dei piccoli centri e delle campagne, che per sua stessa natura salvaguardava dalle frodi più sconsiderate. Nelle città la perdita di questo rapporto ha determinato una frammentazione della catena di produzione che ha portato alla nascita delle prime grandi aziende agroalimentari e ha allargato le maglie di un sistema sempre più difficile da controllare. L'Inghilterra è stata il primo paese ad avviare questo processo con uno Stato che per il suo stesso orientamento liberale non interveniva quasi mai nelle faccende commerciali se non per riscuotere le tasse. Gli Stati Uniti l'hanno seguita a ruota.

I chimici (Fig.1) Friedrich Accum (1769-838) in Inghilterra e Harvey Wiley (1844-1930) negli Stati Uniti hanno cercato di mettere un freno a questo malcostume svelando la doppia faccia della chimica, che da un lato fornisce sostanze per realizzare sofisticazioni sempre più raffinate e difficili da individuare e dall'altro produce gli strumenti per smascherarle permettendo di andare oltre il metodo tradizionale dei test organolettici (colore, odore e sapore).

1820, lo spartiacque

Nei giornali inglesi quando si parla di sofisticazione del cibo compaiono spesso le frasi "prima o dopo il 1820" o "prima o dopo Friedrich Accum", un chimico tedesco emigrato in Inghilterra, che in quell'anno aveva pubblicato il *Trattato sulle sofisticazioni del cibo e i veleni culinari*, un testo che ha aperto per la prima volta gli occhi del pubblico sul fatto che quello che comprava e consumava non era quello che sembrava e poteva



Fig. 1. I chimici Friedrich Accum e Harvey Wiley

anche uccidere. Il frontespizio (Fig.2) mostra la realizzazione grafica della citazione biblica "Nella pentola c'è la morte" (Re 4,40), che divenne il motto di tutte le campagne ottocentesche per un cibo sano.

La recensione della *London Literary Gazette* affermava: "Il rame rende i sottaceti più verdi; l'acido solforico rinforza l'acidità dell'aceto; la



Fig. 2. Frontespizio del *Trattato sulle sofisticazioni del cibo e i veleni culinari*

crema è preparata con farina di riso o fecola di maranta mescolata a latte avariato; i confetti sono un impasto di zucchero, amido e argilla colorata con sali di rame e di piombo; il ketchup è preparato con gli scarti della distillazione dell'aceto a cui è aggiunto un decotto di mallo di noce condito con una miscela di spezie, pepe di Caienna, pimento, cipolle e sale comune e, nel caso sia a base di funghi, si aggiungono quelli putrefatti rimasti invenduti al mercato; l'acido citrico, la limonata e il punch contengono per la maggior parte il più economico acido tartarico aromatizzato".

Che cosa ha reso così d'impatto questo trattato? Non il fatto che le persone prima del 1820 fossero completamente ignare della sofisticazione del cibo – lo sapevano già da tempo – ma l'aver dimostrato dal punto di vista chimico che non si trattava di esagerazioni. Il libro ebbe subito un grande successo perché era scritto in un linguaggio comprensibile a chiunque e, oltre a indicare le sofisticazioni più comuni, forniva indicazioni pratiche per eseguire da soli in casa facili test per smascherarle e indicava pure nomi e cognomi di fabbricanti e venditori disonesti. Il *Trattato* diede inizio alla lotta tra la scienza della frode e quella della sua individuazione che nella lingua inglese è resa in modo efficace dal gioco di parole fra *deception* (frode) e *detection* (individuazione). L'anno successivo Accum pubblicherà un altro libro, *Culinary Chemistry*, in cui sono descritti i principi scientifici dell'arte culinaria.

1906, *Pure Food and Drugs Act*, la prima legge americana per proteggere i consumatori

È la svolta ufficiale in quel Paese e sarà chiamata da tutti *Doctor Wiley's Law*, dal nome del chimico che aveva lottato per trent'anni affinché il governo si impegnasse ad agire contro le sofisticazioni alimentari. La guerra però non era ancora vinta, perché avere varato la legge e riuscire a farla rispettare, sanzionando chi la trasgrediva, erano purtroppo due cose differenti. Ma questo è stato il primo passo. Soltanto nel 1938, otto anni dopo la morte di Wiley, il presidente Franklin D. Roosevelt, per proteggere gli americani contro alimenti e farmaci non sicuri, firmerà il *Food,*

Drug and Cosmetic Act conferendo potere e autorità alla *Food and Drug Administration*, nata nel 1930 e diretta discendente della Divisione di Chimica del Ministero dell'Agricoltura in cui aveva lavorato Harvey Wiley.

Il contesto della legge

Dal 1850 gli USA hanno vissuto una seconda rivoluzione industriale grazie alla diffusione dell'elettricità per alimentare le acciaierie, le miniere di carbone, i trasporti e le telecomunicazioni. Questo sconvolgimento ha toccato tutti gli aspetti della vita quotidiana e soprattutto i consumi alimentari, perché molte persone hanno abbandonato le campagne per andare a lavorare nelle officine dei grandi centri urbani, che hanno visto crescere rapidamente la loro popolazione, complici anche i forti flussi migratori dall'Europa. Per queste masse poverissime l'acquisto del cibo prosciugava la maggior parte dei loro magri salari. È allora che sono nati i giganti dell'industria agroalimentare che hanno finito per monopolizzare la produzione del cibo confezionato che doveva costare il meno possibile. In assenza di sistemi di refrigerazione adeguati, il primo problema da risolvere era mantenere la qualità dei cibi senza spendere una fortuna. Fino ad allora l'unico metodo sicuro per conservare gli alimenti deperibili era inscatolarli in contenitori sigillati di metallo, ma questo tipo di imballaggio non era adatto per tutti i prodotti, primo fra tutti il latte che era consumato in grandi quantità – come la birra – poiché l'acqua era raramente potabile. La soluzione venne dall'industria chimica in pieno sviluppo e già nel 1901 la Dow Chemical e la Monsanto avevano introdotto conservanti chimici in tutte le fasi della produzione alimentare. In particolare, erano diventati molto popolari, per le carni, la formaldeide, di cui si erano scoperte le capacità antisettiche durante la Guerra di Secessione, e il solfato di rame, che serviva a mantenere il colore verde intenso dei legumi. In America non c'era alcuna regolamentazione sulla pubblicità, che dichiarava tutto quello che volevano i produttori. Non era neppure obbligatorio indicare sulle confezioni la descrizione del contenuto e gli

ingredienti. Il mercato era in mano a capitalisti che non volevano sentir parlare di controlli e limitazioni e pagavano mazzette a parlamentari del Congresso accuratamente selezionati perché non si cambiasse nulla.

Chi era Harvey Wiley?

Wiley proveniva da un ambiente rurale e aveva imparato fin da bambino a occuparsi del bestiame e della terra della piccola azienda di famiglia. Tutto quello che mangiava era fresco e prodotto in casa. Quindi per lui esistevano solamente alimenti veri o falsi. Il padre era anche un predicatore evangelico da cui Wiley ereditò le capacità comunicative, il saperlo fare con autorevolezza e una forte etica del lavoro. Consegui prima un dottorato in medicina (1871), poi una licenza in chimica ad Harvard e a 37 anni (1874) diventò il primo professore di chimica della neofondata Purdue University.

Su richiesta dello Stato dell'Indiana, i suoi primi studi riguardarono l'analisi di miele e sciroppo d'acero industriali: risultò che il 90% di questi alimenti era contraffatto, perché in entrambi i casi i prodotti originali erano presenti solo nella quantità minima per conferirne l'odore e un po' di sapore, mentre tutto il resto era il più economico sciroppo di glucosio colorato. Alla fine Wiley dichiarò che quello che era chiamato "miele" un'ape non l'aveva mai vista e che i produttori, per perfezionare la sofisticazione, fabbricavano addirittura falsi pezzi di favo da alveare in modo che il finto miele all'interno sembrasse autentico. Il dubbio era se si trattasse di un problema locale o di un fenomeno più vasto che coinvolgeva l'intera nazione.

Nel 1878 Wiley prese un anno sabbatico e compì un viaggio in Europa dove scoprì le misure adottate lì per limitare gli eccessi dell'industria alimentare e tutelare i consumatori. Ritornò con un ricco bagaglio di conoscenze, nuove tecniche analitiche e tanta strumentazione e vetreria per eseguirle. La pubblicazione dei risultati del lavoro su miele e sciroppo di acero gli procurò i primi di una lunga serie di nemici potenti che si coalizzarono contro di lui e cercarono di screditar-

lo sul piano personale, ma questo non fece altro che renderlo ancora più determinato. Questa sarà una costante di tutta la sua vita. La pubblicità che gli procurarono questi attacchi non piacque però all'università che era già infastidita dai suoi modi poco convenzionali e dal fatto che non rientrava negli schemi dei professori ordinari del tempo (non andava in chiesa, non era sposato e aveva un sacco di donne).

Nel 1883 accettò l'incarico di responsabile della Divisione di Chimica del Ministero dell'Agricoltura dove prestò servizio per i successivi trent'anni. All'inizio Wiley ebbe a disposizione un ufficio minuscolo e un laboratorio nel seminterrato. Ma non aveva intenzione di vegetare, quindi gradualmente riuscì ad avere più spazi, più fondi e più collaboratori. Purtroppo ebbe a che fare spesso con sabotatori interni collocati lì proprio per ostacolarlo.

Cominciò subito a porre sotto la lente d'ingrandimento l'industria lattiero-casearia e scoprì che l'alimento più importante della nazione, il latte, insieme al burro e ai formaggi, era anche quello più sottoposto a frodi. Il latte era per definizione considerato un alimento genuino e sano per bambini e adulti e l'industria si era concentrata sulla popolazione operaia povera delle grandi città che non poteva permettersi il latte fresco delle fattorie. Per produrre latte a prezzi più bassi lo si scremava per recuperare la crema per i formaggi, poi lo si diluiva con acqua calda, circa 200 ml per litro, e si aggiungevano argilla e gesso per schiarirlo e coprire la sfumatura bluastra tipica del latte diluito. Il tocco finale, per dare l'illusione della crema, era l'aggiunta di cervello di vitello ridotto in purea. Nel 1850 era scoppiato a New York lo scandalo dello *swill milk* (latte di poltiglia) prodotto da mucche nutrite con alimenti di scarsa qualità come gli scarti della lavorazione della birra e dei cereali. Le mucche erano così malridotte che spesso la loro carne imputridiva mentre erano ancora vive e morivano perché non avevano più la forza di mangiare. Inoltre le stalle erano luoghi insalubri e sporchissimi. Il latte venduto per strada (Fig.3) era così contaminato da causare periodicamente epidemie di scarlattina, tubercolosi e

colera. Si trattava di un problema generalizzato: in tutto il paese il latte pullulava di batteri e sul fondo delle bottiglie spesso si trovavano anche vermi (molti clienti si erano lamentati del fatto che il latte *si dimenava*). Era anche chiamato *latte imbalsamato*, perché gli industriali aggiungevano formaldeide per coprire le sofisticazioni e farlo durare di più. Questo latte causò la morte di tantissimi neonati e bambini, ma i produttori non furono mai incriminati perché non c'erano leggi per farlo.

Anche il burro non conteneva praticamente latte, ma oleomargarina ricavata dalla spremitura del grasso degli animali usati per la carne in scatola. La chiamavano *butterine*, ma l'etichetta non riportava che cosa ci fosse veramente dentro.

Successivamente Wiley si interessò ad altri prodotti come lievito chimico, spezie, caffè e legumi inscatolati, ottenendo anche qui risultati allarmanti: il caffè era costituito soprattutto da cicoria, cenere e segatura di legno; il pepe era composto da carbone e gusci di noci di cocco tritate e abbrustolite, mentre i fagioli in scatola erano carichi di solfato di rame.

Nel 1900 Wiley era diventato il chimico più esperto nel campo delle sofisticazioni alimentari

e aveva messo a punto tecniche di analisi accurate per trovare la formaldeide nella carne, l'acido salicilico nella frutta in scatola, il borace nel prosciutto e il solfato di rame nella verdura. Era diventato impaziente perché il Congresso non faceva quasi niente e capì che, se voleva sbloccare la situazione, non doveva parlare solo agli scienziati e ai politici, ma anche alla gente comune in un linguaggio comprensibile a tutti.

Un esperimento sconcertante

Poiché la prima proposta di legge fu bloccata dai congressisti pagati dall'industria, Wiley si convinse che l'unica soluzione fosse dimostrare con un esperimento condotto su esseri umani che le sostanze contaminanti che aveva trovato negli alimenti fossero veramente tossiche. Gli servivano dati fisiologici sicuri, che come medico era in grado di ottenere, e una squadra di volontari a cui avrebbe somministrato cibo di buona qualità aggiungendo in modo incrementale con i più comuni conservanti e additivi industriali.

Lanciò al Congresso un appello per avviare la sperimentazione, definita con un eufemismo tipicamente vittoriano *igienic table trials*. Una volta ottenni il benestare delle autorità e un finanziamento iniziale di 5.000 dollari, si trattò di trovare i volontari: *cultivated palates needed in testing foods* (si cercano palati raffinati per testare alimenti). Il candidato ideale doveva essere un uomo giovane, robusto, in salute, con il senso dell'avventura e uno stomaco forte. Il contratto prevedeva la somministrazione di cibo gratuito a volontà e un compenso di cinque dollari al mese. Si presentarono moltissimi giovani tra cui scelse dodici persone, tutti impiegati pubblici, che si impegnarono a mangiare solo quello che veniva fornito dalla cucina dell'istituto, a sottoporsi ad analisi dopo ogni pasto e a periodici controlli medici, a non parlare con nessuno – men che meno i giornalisti – dei dettagli della sperimentazione fino alla pubblicazione dei dati definitivi e a non fare causa al Congresso se avessero riportato danni fisici transitori o permanenti.

Wiley allestì nel seminterrato del laboratorio un ristorante dotato di una cucina gestita da un



Fig. 3. Campagna Death in the jug, vignetta di Harper's Weekly (1878)

cuoco scelto appositamente e una sala da pranzo (Fig.4). Si propose di realizzare nel tempo vari cicli di studio affrontando un additivo alla volta che veniva aggiunto in modo incrementale a ciascun pasto e di valutarne gli effetti sui volontari nell'arco di alcune settimane. Solo a un gruppo di volontari, senza che lo sapessero, venivano aggiunti i contaminanti. Due volte a settimana un medico visitava i giovani, ne analizzava feci, sudore e respiro. Wiley andò di persona a ispezionare i luoghi di produzione del cibo che avrebbe somministrato, per essere sicuro che non fosse contaminato in partenza da altri prodotti chimici. Iniziò la sperimentazione con il borace, di solito usato come detersivo, ma che aveva dimostrato di saper *rimettere in forma* carne e vegetali per farli sembrare più freschi. Non fu semplice scovare gli alimenti adatti a questi test, perché i *palati raffinati* ne percepivano il retrogusto metallico in molti cibi, ma non ne distinguevano la presenza nei prodotti lattiero-caseari. All'inizio l'assunzione di borace rendeva addirittura la pelle più bella, ma aumentando la dose cominciarono a manifestarsi gravi problemi intestinali, vomito, calo dell'appetito e digestione difficoltosa, con conseguente calo di peso e perdita di massa muscolare, oltre a segni di un possibile danno renale. Solo metà dei volontari riuscì ad arrivare alla fine, mentre gli altri furono costretti a fermarsi prima perché stavano troppo male. Fu subito evidente l'effetto cumulativo dell'assunzione del borace, proprio ciò che Wiley aveva temuto, e nel rapporto finale sottolineò con forza il fatto che non ci fosse un *livello sicuro* di adulterazione. Benché fosse stato molto attento a non far trapelare nulla alla stampa prima del termine della sperimentazione, qualcosa filtrò ugualmente, perché i giornalisti erano riusciti a carpire al cuoco qualche informazione. Un giovane cronista del Washington Post coniò il termine *Poison Squad* che decretò il successo mediatico dell'esperimento e fece sì che, per la prima volta, si parlasse diffusamente a livello nazionale di sicurezza alimentare. Wiley e la sua squadra anonima erano diventati per l'opinione pubblica i paladini del cibo puro e un fenomeno culturale (Fig.5) a cui



Fig. 4. Il cuoco William R. Carter (sopra) e la sala da pranzo con i due gruppi di volontari (sotto).

furono dedicati cartoni animati, vignette, canzoni e finti menù umoristici sui giornali prima ancora che venisse pubblicato l'esito dell'esperimento. Dopo il borace fu la volta dell'acido borico e dell'acido salicilico e anche qui i risultati furono così inquietanti da portare alla conclusione che i conservanti alimentari usati allora erano tutti dannosi per la salute e andavano eliminati, non c'era una soglia minima.

Nel 1902 fu discusso il *New Safety Bill* che però non passò, nonostante l'appoggio del presidente Roosevelt, che si sentiva impotente contro il suo stesso partito e i suoi amici industriali. Come ritorsione, i produttori di latte e di prodotti da forno, che aggiungevano alluminio al lievito, si accanirono personalmente contro Wiley e cercarono di tagliarlo fuori alleandosi con gli industriali della farina che usavano sbiancanti chimici (*borax draft*).

Le chiavi per il successo

A quel punto Wiley capì che non bastavano la bontà e il rigore delle sue analisi per rompere questo muro di gomma. Era necessario curare maggiormente la sua figura pubblica e trovare gli alleati giusti, persone che avevano a cuore la salute pubblica, come le nascenti associazioni dei consumatori, i giornalisti progressisti, le associazioni femminili e le suffragette, i governatori di Stato dalla mente aperta e persino alcuni produttori, come Heinz, che avevano capito che combattere per un cibo più salutare poteva anche essere un'ottima mossa pubblicitaria. Gli fu di grande aiuto Fanny Farmer, la voce più importante del partito progressista femminile e l'autrice più famosa di libri di cucina, fondatrice della Miss Farmer's School of Cookery, che rilasciava diplomi in Domestic Science. La sua opera più rinomata è *The Boston Cooking-School Cook Book* (1896), un libro così popolare che è ancora in stampa a oltre un secolo dalla sua prima edizione. Nei suoi scritti era solita includere anche informazioni nutrizionali e spiegazioni scientifiche dei processi chimici che avvenivano durante la cottura. Fu invitata più volte alla Harvard Medical School per insegnare a medici e infermiere la corretta alimentazione per malati e convalescenti. È stata proprio lei a



Fig. 5. Library of Congress: dettaglio della vignetta di S. Ehrhart *The Seven Ages of Dope*, pubblicato nella rivista satirica *Puck* (28/3/1906).

fare tesoro delle scoperte di Wiley e a mettere in allarme il pubblico sul pericolo dell'uso di borace, acido salicilico, acido benzoico, cromato di potassio e carbonato di sodio.

Una battaglia è stata vinta, ma non la guerra

Alla fine Wiley la spuntò, ma solo grazie al clamore prodotto da un terribile scandalo, che aveva messo sotto gli occhi di tutti le condizioni terrificanti degli allevamenti di bestiame (Fig.6), confermando la descrizione che ne aveva fatto Upton Sinclair nel libro *La giungla*, scritto non per sostenere la tutela di un cibo sano, ma per difendere i diritti calpestati dei lavoratori.



Fig. 6. Library of Congress: condizioni dei macelli del XIX secolo negli USA.

Questa volta Harvey ottenne l'incondizionato appoggio dell'umoral presidente Theodore Roosevelt che non aveva dimenticato le razioni di carne putrefatta fornite alle truppe americane durante la guerra ispano-americana combattuta a Cuba nel 1898.

Il lavoro non era certo finito. Continuarono le sperimentazioni con altri additivi e l'attenzione si estese alle cosiddette *bevande medicinali* in cui trovò cocaina, oppiacei, acido benzoico, saccarina e altissimi livelli di caffeina. Anche la Coca-Cola finì nell'occhio del ciclone perché conte-

2. Una Coca-Cola conteneva allora una quantità di caffeina uguale a quella di sette Red Bull attuali.

neva così tanta caffeina² da creare dipendenza e per la saccarina, che ormai le industrie alimentari mettevano ovunque al posto dello zucchero, non per questioni di calorie, ma per risparmiare. Voleva farne un esempio di cattive pratiche, ma non ci riuscì, era un osso troppo duro anche per lui e quella volta il Presidente non lo sostenne.

Una nuova vita

Il 15 marzo 1912, Wiley diede le dimissioni dalla Divisione di Chimica: erano ormai trent'anni che lavorava lì e ne aveva abbastanza di sabotaggi, proibizioni a pubblicare molti risultati e tanti colpi bassi. L'anno prima aveva sposato Anna Kelton, una combattiva suffragetta conosciuta venti anni prima e che poi aveva perso di vista dopo il rifiuto della sua prima proposta di matrimonio. Lui aveva il doppio dei suoi anni. Fu un matrimonio felice allietato dalla nascita di due figli.

Wiley non si mise certo in panchina: assunse la direzione dei laboratori del *Good Housekeeping Magazine*, dove continuò a occuparsi della tutela dei consumatori e poté finalmente scrivere tutti gli articoli che voleva senza restrizioni o censure, e con il doppio dello stipendio rispetto a quello governativo. Divenne famoso per il *sigillo di approvazione* che assegnò a molti prodotti, ora noto come *Good Housekeeping Seal of Approval*. Wiley collaborò con la rivista fino alla sua morte che avvenne diciotto anni dopo, a ottantasei anni. Si conclude così questa storia di responsabilità civile, inventiva scientifica, determinazione e coraggio. Non c'è traccia dei nomi dei membri della *Poison Squad*, ma è certo che nessuno di loro sia morto a causa dell'esperimento a cui aveva partecipato. Non hanno ricevuto nessun altro riconoscimento per il loro servizio, se non la somma pattuita all'inizio del programma. ●

Ringraziamenti

Si ringraziano i progetti Fun Vege-Tables, finanziato da Cariplo, e il PRIN 2022 LoVege-Tables.

Bibliografia

Blum DL, *The Poison Squad*, Londra, Penguin Press, 2018.

Wilson B, *Swindled: From Poison Sweets to Counterfeit Coffee*, John Murray and Princeton University Press, 2008.

Coppin CA, High JC, *The Politics of Purity. Harvey Washington Wiley and the Origins of Federal Food Policy*, University of Michigan Press, 1999.

Rees J, *The Chemistry of Fear. Harvey Wileys Fight for Pure Food*, Johns Hopkins Univ Press, 2021.

Ferrières M, *Storia delle paure alimentari. Dal Medioevo all'alba del XX secolo*, Roma, Editori Riuniti, 2003.

Wiley HW, Pierce AL, *1001 Tests of Foods, Beverages and Toilet Accessories*, Palala Press, 2016.



La “marcia del progresso”: storia di una (brutta) figura

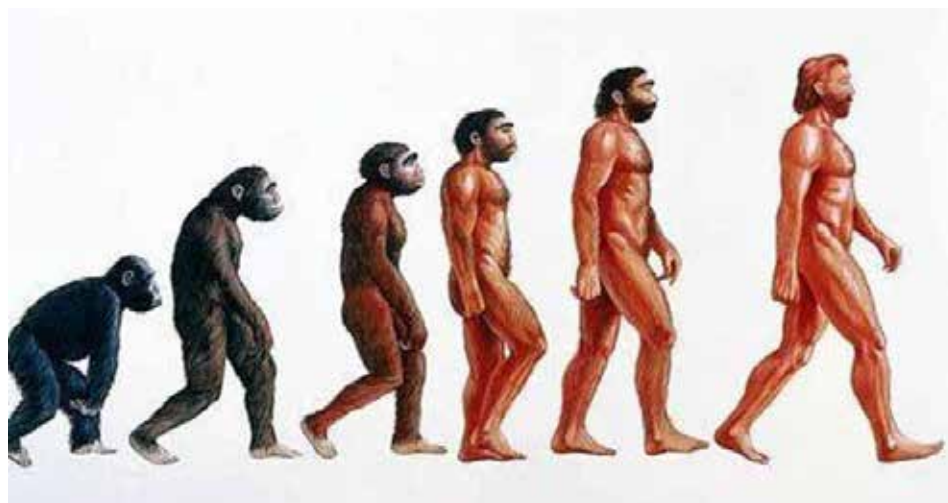
Maria Turchetto

The most widespread image on the subject of human evolution was obtained from the reduction of an illustration by Rudolph Franz Zallinger from 1965. The image is scientifically incorrect (it represents a process of anagenesis rather than cladogenesis) and ideologically unacceptable (it conveys a racist message).

Key words: *Human evolution, Anagenesis, Cladogenesis*

Quella che voglio raccontare è la storia di un’immagine – errata dal punto di vista scientifico e insostenibile dal punto di vista ideologico – associata da tempo immemorabile all’evoluzione dell’uomo. Stephen J. Gould l’ha ironicamente definita la “marcia del progresso” e l’avrete vista centinaia di volte. Eccola in calce a questa pagina.

Se provate a digitare su *Google Images* la parola “evoluzione”, il motore di ricerca vi restituirà alle prime cinquanta e più posizioni “la marcia del progresso” o una delle sue pressoché infinite varianti (a volte spiritose, non sempre di buon gusto): cinque o sei figurine di ominidi ordinate dal più basso (molto simile a uno scimpanzé) al più alto, dal più curvo al più eretto, dal più peloso al più glabro e, nelle versioni colorate, dal più nero al più roseo e biondo. Le figure sono a volte fantasiosamente colorate, stilizzate, variate nel finale, rielaborate nei modi più creativi, beceri¹ e sbagliati². È chiaro, nessuno pretende il rigore scientifico da *Google images*, che non restituisce le immagini più corrette, ma le più diffuse. La prova che vi ho proposto di fare serve appunto a mostrare l’enorme diffusione che ha tuttora quest’immagine, nonostante le reiterate proteste degli studiosi, nonostante la visione dell’evoluzione dell’uomo sia drasticamente cambiata negli ultimi decenni. Le proteste sono state particolarmente sentite nel 2009, in occasione del bicentenario della nascita di Darwin e del 150° anniversario della pub-



1. Tra le versioni più becere, segnalo quella sessista che fa derivare la donna dalla vacca e quella razzista che per la voce “Europa” prevede tutta la sequenza dei sei ominidi da quello che somiglia vagamente a uno scimpanzé all’uomo

bianco, mentre per la voce “Africa” allinea soltanto due scimpanzé, uno più piccolo e uno più grande.

2. Ad esempio, una rielaborazione fa corrispondere alla sequenza degli ominidi cervelli

sempre più grandi – il che è decisamente sbagliato. La massa (non la specializzazione) cerebrale di *Homo sapiens* non è molto superiore a quella di *Australopithecus*.

blicazione de *L'origine delle specie*: non poche celebrazioni ufficiali, tenute in serie istituzionali scientifiche e musei, hanno infatti riproposto per l'occasione l'odiosa figurina. Che quell'anno compare, a lato del ritratto di Darwin, anche in un francobollo delle Poste Italiane: l'Italia è stato l'unico paese, insieme alla Bosnia, a commettere questa gaffe.

Perché una gaffe? Perché l'odiosa figurina suggerisce uno sviluppo lineare e progressivo, molto diverso non solo dall'idea che dell'evoluzione abbiamo oggi, ma anche da quanto lo stesso Darwin scriveva ne *L'origine delle specie*: “La selezione naturale, o sopravvivenza del più adatto, non comporta necessariamente uno sviluppo progressivo, essa si limita a trarre vantaggio da quelle variazioni che si manifestano spontaneamente e risultano vantaggiose per ciascun vivente nei suoi complessi rapporti con l'ambiente”³.

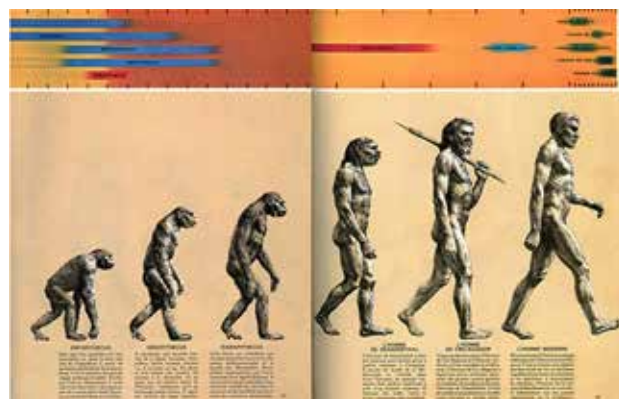
Fuori l'autore!

Ma da dove viene la nostra figurina? Fuori l'autore! Come si dice a teatro.

L'autore è del tutto incolpevole. Si tratta dell'illustratore americano Rudolph Franz Zallinger, incaricato di illustrare il libro divulgativo *Early Human. The road to Homo sapiens* pubblicato nel 1965, su commissione della rivista *Time*. Zallinger realizzò una serie di quindici figure – una per una separatamente, il montaggio in suc-

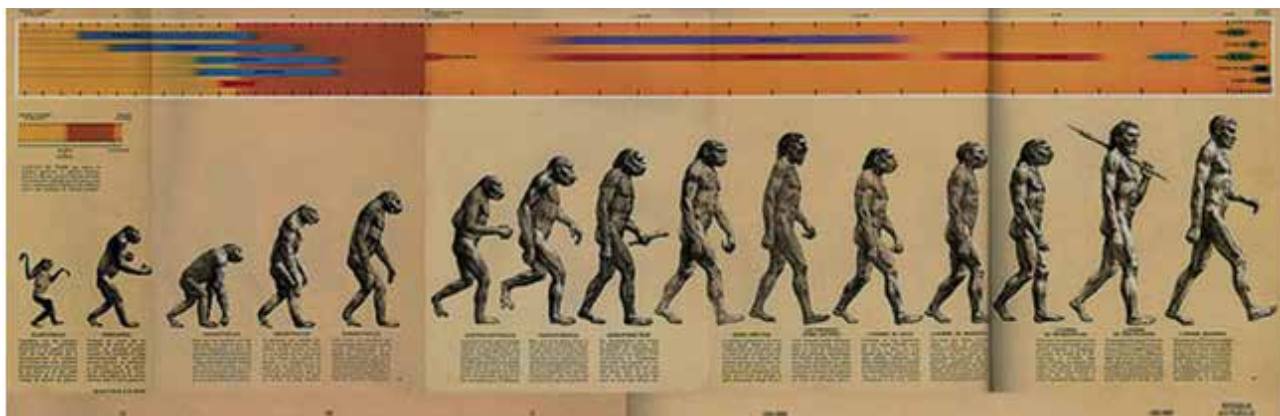
cessione non si deve a lui. Benché fossero poi montate come una serie lineare in successione, le didascalie chiarivano che non tutti gli ominidi erano uno discendente dell'altro e che alcuni di essi erano presenti nello stesso periodo (la cosa era ulteriormente evidenziata da una linea temporale che sormontava la serie di immagini): ad esempio *Neanderthal* e *Sapiens*, *Cro-Magnon* e *Neanderthal*, *Rhodesian* (oggi chiamato *Heidelbergensis*) e gli altri tre. Ecco in calce alla pagina l'illustrazione originaria per intero.

Si trattava di un paginone ripiegato all'interno del libro. Piegandolo (sono necessarie tre piegature) il risultato è il seguente:



L'avete riconosciuta? Sì, è proprio lei: l'odiosa figurina della “marcia del progresso”.

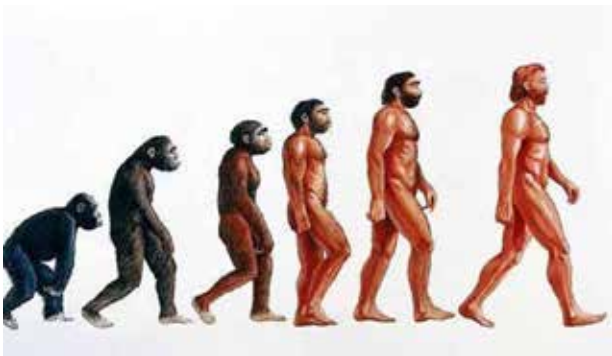
Coloro che hanno diffuso l'immagine semplificata (o meglio, ripiegata) dell'incolpevole Zallinger



3. Questa frase compare nella VI edizione de *L'origine delle specie*: si tratta di una precisazione in polemica con le interpretazioni progressiste e teleo-

logiche di cui l'opera era stata oggetto in un secolo in cui l'idea di progresso rappresentava lo “spirito del tempo”.

hanno davvero fatto della cattiva divulgazione. Tanto per cominciare, la riduzione operata togliendo nove dei quindici ominidi rappresentati è del tutto arbitraria: nessuno si è posto il problema di quali immagini eliminare, si sono limitati a riprodurre l'effetto della piegatura. Togliere le didascalie e la scala temporale è una riduzione dell'informazione pernicioso, in quanto non permette di capire la contemporaneità di alcune specie. Altri danni derivano invece da alcune aggiunte successive che rappresentano una sorta di eccesso di zelo: è stata aggiunta una ridicola "evoluzione tricolore", per cui l'esemplare "più evoluto" è il meno peloso; e la colorazione delle immagini (originariamente in scala di grigi) suggerisce che il "più evoluto" è il più bianco.



Una critica scientifica e una critica ideologica

Ci sono due piani su cui la cattiva divulgazione fornita da questa illustrazione va criticata: il piano scientifico e quello ideologico.

Sul piano scientifico, è un errore mostrare una successione lineare nel tempo, ossia un modello in cui un esemplare segue l'altro sostituendolo, così come suggerire una successione lineare delle forme, in cui una forma muta nell'altra secondo un percorso che i biologi evoluzionisti chiamano *anagenesi* e che risulta estremamente raro, nella storia naturale, rispetto alla *cladogenesi*⁴.

L'idea della successione lineare nel tempo ha rappresentato a lungo un vero e proprio "ostacolo

epistemologico" nel campo della paleoantropologia. Ian Tattersall, primatologo e paleoantropologo di fama mondiale, ha spiegato molto bene la questione nel bel libro *La scimmia allo specchio*, in cui racconta la propria esperienza di studioso. Dopo alcuni anni di studio dei fossili umani, si è trasferito nel Madagascar, dove ha studiato a lungo i lemuri, i primati notturni presenti su quell'isola. Esperienza utilissima per tornare poi alla paleoantropologia: "Oggigiorno, sulla Terra, esiste una sola specie di essere umano. E, dal nostro punto di vista insulare, ci sembra [...] in qualche modo inevitabile, persino appropriato, che noi siamo soli al mondo. Ma tra i lemuri era impossibile ignorare la diversità. Il Madagascar ospita cinquanta differenti tipi di lemure e fino a non molto tempo fa ne albergava forse un'altra ventina [...]. Nessuno che ne studiasse i fossili poteva mai desiderare di disporli secondo un ordine lineare com'è stato fatto con i fossili dei differenti ominidi. A onor del vero la storia degli ominidi è proprio identica a quella della maggior parte degli altri gruppi di organismi: un racconto di esperimenti evolutivi continui, dove nascono costantemente nuove specie"⁵. Lo sapeva già, del resto, l'estensore delle didascalie di *Early Human. The road to Homo sapiens*: l'uomo di Neanderthal non è un nostro antenato, siamo stati presenti insieme su questa Terra per molto tempo, non facciamo parte di una "linea" evolutiva, ma di un "cespuglio" – proprio come le altre bestie. Oggi, poi, la sappiamo ancora più lunga, grazie all'affinamento delle nuove metodologie di datazione e di analisi, che si giovano di tecniche molto aggiornate. Il nuovo quadro empirico che ne deriva ha cambiato radicalmente l'idea dell'evoluzione umana, mettendo in evidenza la diversità dei resti fossili umani ed eliminando la vecchia idea dell'unicità della nostra specie.

L'altra idea sbagliata che l'odiosa figurina sug-

4. Il termine *anagenesi* indica una serie di mutamenti gradualmente nell'ambito di una specie che conducono a "sostituzioni" della forma primitiva con una

forma successiva, senza ramificazioni dell'albero filogenetico. La *cladogenesi* comporta invece la formazione di due o più (magari 14, come nel caso

dei fringuelli delle Galápagos studiati da Darwin) popolazioni che danno luogo a più specie (e all'eventuale estinzione di alcune).

5. Ian Tattersall, *La scimmia allo specchio*, Milano, Booklet, 2003:4-15.

gerisce è, come dicevo, quella dell'evoluzione umana per *anagenesi*, ossia attraverso mutamenti graduali che conducono a "sostituzioni" di una forma primitiva con una forma successiva, senza ramificazioni (*cladogenesi*) dell'albero filogenetico. Anche l'idea della cladogenesi era già ben presente nell'opera di Darwin, che non a caso prediligeva l'immagine del corallo (estremamente ramificato) come metafora dell'evoluzione. L'anagenesi – o speciazione filetica, o speciazione successionale – esiste in natura, ma è molto rara: si tratta di mutamenti successivi nell'ambito di una medesima popolazione. Per lo più l'evoluzione procede invece per cladogenesi, cioè per separazione (geografica, fisica) di popolazioni che, verificatosi un isolamento riproduttivo, diventano specie. L'uomo, ovviamente, non fa eccezione. La nostra odiosa figurina della "marcia del progresso", dunque, suggerisce alcune idee scientificamente scorrette – o, se vogliamo, *prescientifiche*, assolutamente incongruenti rispetto alle attuali conoscenze fornite dalla paleoantropologia. In più, veicola alcune idee *extrascientifiche*, un'ideologia: suggerisce che l'uomo è unico, che è un fine della natura (che da milioni di anni stava lì ad aspettare noi!), che progredisce e che, al vertice del progresso, è bianco e biondo...

Due domande, per concludere

C'è da fidarsi della scienza? Fino a un certo punto. Perché la scienza non nasce e non cresce nel vuoto pneumatico o in una torre d'avorio: è inserita nella società ed è dunque permeabile alle idee che nella società si muovono, ai conflitti che l'attraversano. La scienza non consiste in una asettica rilevazione dei fatti – la circostanza che i fossili umani non venissero semplicemente catalogati, ma ordinati in successione secondo l'idea di progresso mi sembra un esempio calzante – e le teo-

rie non sono inesorabili induzioni dai fatti. Come scrive Stephen J. Gould: "Critico [...] il mito che la scienza stessa sia un'impresa obbiettiva [...]. Credo che la scienza debba essere compresa come un fenomeno sociale, come una coraggiosa impresa umana, non come il lavoro di automi programmati per raccogliere informazione pura [...]. La scienza, dal momento che viene praticata dall'uomo, è un'attività socialmente inserita [...]. La maggioranza dei suoi cambiamenti nel tempo non registra un avvicinamento alla verità assoluta, ma il mutamento dei contesti culturali che la influenzano così fortemente"⁶. Tuttavia devo precisare che Gould non vuole legittimare la posizione di chi sostiene che la scienza è "un discorso come un altro", *bullshit* ("cazzate") come ha decretato, ad esempio, il filosofo Frankfurt⁷, o qualcosa che riflette solo i contesti sociali e che nulla ha a che fare con la "verità". La scienza, secondo Gould, impara dalla realtà, "anche se a volte in modo ottuso ed errato"⁸, e mantiene un compito veritativo.

C'è da fidarsi della divulgazione scientifica? Molto meno. La divulgazione, in realtà, ha un compito nobile: divulgare significa – letteralmente – rendere noto a tutti qualcosa che avrebbe dovuto restare segreto. Un atto eminentemente democratico, dunque. Ma divulgare non è facile. E semplificare – come abbiamo visto seguendo la storia della nostra odiosa figurina, "la marcia del progresso" – può fare danni.

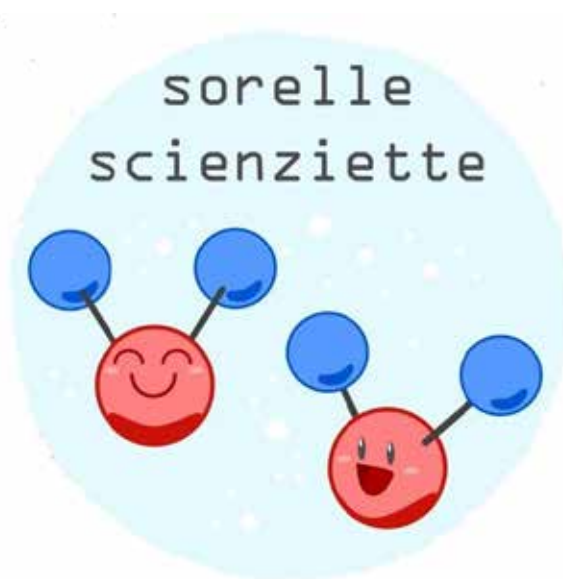
Divulgare non è facile e non è oggetto di sufficiente attenzione, soprattutto in Italia. Franco Fortini diceva che l'Italia è piena di poeti e letterati, ma ben pochi si applicano alla scrittura di buoni testi divulgativi⁹. Questa considerazione, fatta a proposito della letteratura, può ben essere estesa ad altri saperi. ●

6. Gould SJ, *Intelligenza e pregiudizio*, Milano, Il Saggiatore, 1988:41.

7. Frankfurt TH, *Stronzate*. Un saggio filosofico (titolo originale *On Bullshit*), Milano, Rizzoli, 2005.

8. Stephen J. Gould, op. cit: 42.

9. Fortini F, *Un dialogo ininterrotto. Interviste 1952-1994*, a cura di Donatello Santarone, Torino, Bollati-Boringhieri, 2003:445.



La rivista *Naturalmente Scienza* si avvale della collaborazione di due giovani sorelle, Lucia e Margherita Duca, alias “le Scienziette”. Lucia è ricercatrice in un ente pubblico di ricerca scientifica in Italia mentre Margherita presso un’industria farmaceutica privata in Olanda. Grazie a loro proponiamo una rubrica agile, condotta anche sul filo dell’ironia, dedicata a temi di attualità nel dibattito pubblico sulla scienza. Gli argomenti proposti dalle Scienziette sono ripresi, rivisti e aggiornati da una serie di podcast diffusi in rete. Il contributo delle Scienziette offre un punto di vista documentato e autorevole, presentato con linguaggio colloquiale e accattivante.

In questo numero proponiamo un loro intervento su un affascinante oggetto di uso quotidiano: la radio.

La radio: onde elettromagnetiche che piacciono a tutti

La radio! Chi non la ascolta mentre pedala verso casa o fa le pulizie? La radio ci fa felici dandoci musica, e, senza che ve ne rendiate conto, ci mette in contatto diretto con la scienza e la sua storia. ovvero con le fantomatiche onde elettromagnetiche di cui molti hanno paura perché non sanno cosa sono e a volte non si vedono.

In realtà le onde EM sono naturalmente dappertutto! Sono la luce del sole, i colori, i segnali elettrici tra i neuroni nel nostro cervello, il campo magnetico terrestre che fa orientare bussole genera campi EM. Queste onde non necessariamente sono dannose: possono essere usate a nostro vantaggio per ascoltare bella musica alla radio, controllare una frattura con una foto a raggi X, telefonare a qualcuno durante il *lock down*, guardare le stelle. Non male, no?

Ma che sono? A metà Ottocento James Clerk Maxwell, genio assoluto della fisica, elaborò la teoria dell’elettromagnetismo e la sintetizzò in quattro elegantissime equazioni. Maxwell descrisse come interagiscono carica elettrica e campo magnetico, fornendo un contributo essenziale alla rivoluzione tecnologica che ha migliorato enormemente la nostra qualità della vita. A volere essere pignoli, si tratta della stessa rivoluzione tecnologica che ora ci accorgiamo sta mettendo a repentaglio gli equilibri ecologici dell’intero pianeta, ma questo è un altro discorso e magari lo riprenderemo in altra sede. Maxwell, ovviamente ignaro di questa futura ingordigia tecnologica, scoprì che una carica elettrica, tipo un elettrone, che oscilla produce un campo elettrico e magnetico periodico, cioè onde elettromagnetiche, che trasportano energia – guarda un po’ – elettromagnetica.

Ma perché onde? Uno se le può immaginare come onde del mare, solo che non sono fatte d’acqua ma di roba elettromagnetica e se va bene è luce e si vede. Queste onde elettromagnetiche hanno un’ampiezza, l’equivalente dell’altezza dell’onda, e una frequenza, l’equivalente di quante onde nell’unità di tempo si infrangono sulla riva. Più il mare è mosso e più ha energia, lo stesso vale per le onde elettromagnetiche... pensate quanto è difficile arrivare a riva quando si è sbattuti da un’onda dopo l’altra!

Le onde (o radiazioni) elettromagnetiche, come raggi X, radio, microonde, raggi UV, si distinguono appunto per la frequenza che è misurata in Hz (1 Hz = 1 onda al secondo), ma la loro natura fisica è la stessa, a cambiare è solo la frequenza. A frequenze alte – all’incirca da quelle dei raggi UV in su – si parla di radiazioni ionizzanti che sono quelle davvero pericolose per l’uomo se assorbite in dosi elevate. Infatti queste onde possono – con una certa misurabile probabilità – togliere elettroni dalle molecole del nostro corpo, creando danni ai composti organici che lo compongono. E a volte danni anche molto gravi, come alterazioni del DNA. Per questo va messa la crema solare al mare, e non si può vivere a Chernobyl. Le radiazioni a bassa frequenza – ad esempio quelle delle telecomunicazioni radio 5G, 4G, ecc – sono invece

non-ionizzanti, il loro effetto su materiali biologici è al più quello di scaldare. Esatto, il vostro forno a microonde fa proprio questo. Molta gente ha paura di questo tipo di onde elettromagnetiche e non si capisce perché. Tantissime sono le ricerche che dimostrano come i livelli di radiazione a cui siamo normalmente esposti siano troppo bassi per causare un riscaldamento significativo tale da produrre effetti sulla salute. L'effetto peggiore del vostro telefonino con 5G sono le fake news che ci leggete sopra e i video da lobectomia cerebrale. E poi, tutti i paesi occidentali hanno precise regole e controlli sull'esposizione ad onde elettromagnetiche emanate dal Ministero della Salute: i telefonini, i ripetitori, le antenne sono tutte costruiti per rispettare questi standard di sicurezza ed evitare ogni danno sull'uomo. Piuttosto che ascoltare su Youtube discorsi di personaggi imparanoiati e impauriti da tecnologie che non conoscono, dovremmo informarci e dare voce a chi queste cose le studia e le costruisce. Insomma, la radio la possiamo ascoltare tranquilli anche con connessione 5G.

Ma torniamo alla radio. Partendo dalla teoria di Maxwell diversi scienziati iniziarono a sperimentarla e a svilupparne le implicazioni nei loro laboratori. La regola base del metodo scientifico è, infatti, che le teorie si testano sempre, per quanto convincenti appaiano non possono rimanere idee campate in aria senza conferma pratica, altrimenti come si fa a sapere che cosa è una descrizione efficace dei fenomeni osservati e che cosa no? Non sarebbe scienza ma sarebbe opinione... Così vennero inventati i primi strumenti elettronici utili per la vita delle persone, generatori di corrente, lampadine, antenne ecc. E la prima radio. La realizzò a fine Ottocento uno scienziato e inventore italiano, Guglielmo Marconi, che vinse anche il Nobel insieme a Braun per la scoperta della telegrafia wireless, togliendo per un soffio a Tesla il primato dell'invenzione. Marconi, riccasto di famiglia bolognese, fece i primi esperimenti radio da un lato all'altro del giardino, aiutato dal suo maggiordomo (sì, era una sottospecie di Batman). Le onde elettromagnetiche mandate da un'antenna trasmittente ad una ricevente facevano suonare un campanello, forse gli serviva per l'ora della merenda. Capito che si potevano trasmettere e ricevere segnali usando onde radio e due antenne, Marconi si sbizzarì e per non perdersi la regata sul Tamigi mentre stava lavorando in laboratorio si costruì una radio per farsela raccontare in diretta. Così presero il via non solo le comunicazioni radio, ma anche le tediose radiocronache di calcio della domenica pomeriggio. Ma occhio... Per quanto genio inventore, Marconi non era uno stinco di santo, tanto che aderì volentieri al fascismo pur di promuovere le sue invenzioni. Non sempre gli scienziati, per quanto intelligenti in un campo, riescono a capire anche come gira il resto del mondo.

Cosa c'entra un suono con onde elettromagnetiche, direte voi? Be', un suono non è altro che un'onda – sì ancora lei – generata da un corpo che vibra, per esempio le corde della chitarra, che si propaga in un mezzo, per esempio l'aria. Le onde sonore hanno una frequenza molto molto bassa se paragonata a quella delle onde luminose: la chiave di sol è a 392 Hz (contro frequenze luminose dell'ordine di bilioni di Hz) e fortuna che le note hanno dei nomi altrimenti faremmo solo una gran confusione durante le lezioni di musica. L'idea allora è di inserire (in gergo mixare, proprio come fa il dj quando mixa due canzoni insieme) questa serie di note, cioè di frequenze che fanno la musica, nelle onde elettromagnetiche radio per trasmettere su lunghe distanze. Per prima cosa il microfono, che non è altro che un tamburello attaccato a un sensore di movimento, trasforma l'onda sonora nella modulazione di corrente elettrica in un circuito e la manda all'antenna radio. L'antenna amplifica questa modulazione di corrente e la trasmette sommandola – o mixandola – alle onde radio che sono per esem-



pio alla frequenza di radio popolare a Bergamo, 107,7 MHz. Questa è la frequenza di trasmissione principale, o portante, cui si aggiunge una modulazione, cioè variazione in frequenza o in ampiezza dell'onda radio. È questa modulazione a riprodurre la sequenza di note (o di frequenze) che costituiscono la vostra canzone preferita. Radio FM o AM vuol dire proprio questo, modulazione in frequenza o in ampiezza. L'onda radio arriva ad una antenna ricevente, che è connessa a dei circuiti elettrici chiamati demodulatore che tolgono la frequenza principale di trasmissione – 107,7 MHz, nel caso del nostro esempio – lasciando solo la sequenza di note da mandare alle casse dello stereo. Et voilà si sente la musica!

Per irradiare e ricevere queste onde elettromagnetiche si usano antenne, che non sono altro che fili conduttori percorsi da corrente. Infatti, un cavo percorso da corrente elettrica variabile, cioè che è modulata alla frequenza di trasmissione di cui abbiamo appena parlato, irradia un campo elettrico e ne genera uno magnetico. Questo campo elettromagnetico si propaga nello spazio fino ad un cavo conduttore che fa da antenna ricevente. L'onda induce in questo secondo cavo una corrente variabile nel tempo, che è quella che poi viene rivelata per essere demodulata e trasformata in suono per la radio o in altri tipi di informazione. Vediamo antenne di tutti i tipi sui tetti delle case ma anche, senza accorgercene, in una moltitudine di oggetti della vita di tutti i giorni. Per esempio, i dispositivi antitaccheggio dei negozi sono antenne. La forma dell'antenna dipende dalla lunghezza d'onda (inversamente proporzionale alla frequenza) della trasmissione, che deve essere paragonabile alla lunghezza dell'antenna o a suoi multipli per poter ottimizzare la potenza del segnale ricevuto. Quindi esistono sia antenne piccolissime sia antenne giganti. E poi ci sono innumerevoli varianti: antenne direzionali, antenne omnidirezionali, antenne con una forma che amplifica il segnale come l'antenna parabolica satellitare ecc., ciascuna progettata in base all'uso specifico che se ne vuole fare. Le antenne più grandi al mondo sono i radiotelescopi che catturano i tenui segnali radio provenienti dalle stelle. Non potendo usare una parabola dal raggio di decine di chilometri per amplificare il segnale debolissimo che arriva sulla Terra, nei radiotelescopi si usano griglie di gigantesche antenne paraboliche orientabili. Facendo interferire i segnali ricevuti da tutte le antenne si riesce a farle funzionare come se fossero un'unica antenna parabolica da 40 km di diametro!

Il vantaggio delle onde radio nelle comunicazioni è che si propagano su lunghe distanze perché vengono assorbite molto poco dagli oggetti che ci circondano, passando attraverso muri, piante, macchine, persone praticamente inalterate. Ciò prova ancora una volta che sono innocue, perché gli organismi biologici praticamente non le assorbono. Si propagano anche sul terreno o sul mare, che sono conduttori elettrici anche se molto scarsi. E vengono riflesse dalla ionosfera – lo strato di gas ionizzati situato a circa 45 km di quota nell'atmosfera terrestre. Non a caso sono super usate per comunicazioni in posti isolati,

pensate alle navi. Persino il Titanic mandò il suo SOS, forse il primo della storia, via radio. E Marconi commentò: “Ve l’avevo detto, che serviva a qualcosa!” (più o meno...). La trasmissione a lunga distanza a volte può anche rivelarsi una scocciatura: in laboratorio capita di avere antenne negli esperimenti che emettono onde radio, bisogna stare ben attenti a non scegliere le frequenze delle comunicazioni della polizia e a non beccare la frequenza di una qualche stazione radio, altrimenti la scienzietta o lo scienziotto finisce per misurare solo il rumore di Radio Maria.

Insomma la radio è solo uno dei tanti oggetti che usiamo tutti i giorni senza pensarci troppo su ma in realtà è il prodotto di secoli di scoperte scientifiche e tecnologiche di cui di solito non ci si rende neanche conto. Senza la scienza avremmo di sicuro una vita difficile e forse anche un po' meno divertente.

Spero ci farete più attenzione d'ora in poi! ●



Questione di metodi. Riflessioni sulla pratica del metodo globale e del fonico- sillabico

Lucrezia Predali

A primary school teacher talks about and discusses her experience with children whom she taught to read and write, following research-based methods: first with the whole language approach in the 1970s, and then with the syllabic method.

Key words: *Whole language approach*, *Syllabic method*, “*Mixed method*”.

All’inizio del mio percorso professionale mi fu affidato l’insegnamento della lingua in una classe prima e l’allora Direttore Didattico prof. Elio Damiano mi chiese quale metodo intendessi utilizzare per l’insegnamento della letto-scrittura. Risposi senza esitazione che avrei utilizzato il metodo globale. Eravamo all’inizio degli anni settanta e noi giovani insegnanti avevamo letto le esperienze e le riflessioni di Mario Lodi¹, di don Lorenzo Milani, utilizzavamo i quaderni del Movimento di Cooperazione Educativa (MCE); per l’educazione linguistica avevamo come riferimenti teorici Tullio De Mauro, Raffaele Simone², Maria Luisa Altieri Biagi³, Domenico Parisi e, come ideale pedagogico in questo ambito, le dieci tesi contenute nel manifesto del gruppo GISCEL per una Educazione Linguistica Democratica⁴. Grande fermento e grande passione animavano le prime esperienze di tempo pieno. Il Direttore Didattico raffreddò (momentaneamente) il mio entusiasmo da neofita sostenendo che il metodo per insegnare a leggere e a scrivere era come la psicoanalisi: il grado di successo, in entrambe le situazioni, era direttamente proporzionale alla intensità della fede in esse riposte. Mi permetto, a distanza di molti anni, di non condividere tale opinione né per quanto riguarda la psicoanalisi né per quanto riguarda il metodo di insegnamento della letto-scrittura. Nel tempo, però, avrei mutato opinione sulla bontà assoluta del metodo globale e sul suo utilizzo in forma “ortodossa”.



1. Lodi M, *Il paese sbagliato*, Torino, Einaudi, 1970, riedizione 2022.

2. Simone R, (a cura di) *L'educazione linguistica*, Firenze, La Nuova Italia, 1979.

3. Altieri Biagi ML, *Didattica dell'Italiano*, Milano, Bruno Mondadori, 1978.

4. <https://giscel.it/dieci-tesi-per-leducazione-linguistica-democratica/>

Il metodo globale

Teorizzato da Olive Decroly e poi trasformato in proposta didattica specifica da Gaston Mialaret⁵ e ulteriormente da Kenneth Goodman, il metodo globale parte dalla premessa che apprendere a parlare e a leggere siano due processi interamente comparabili di sviluppo linguistico: così come è naturale apprendere il linguaggio orale, altrettanto naturale è l'apprendimento della lettura. Le recenti ricerche nell'ambito delle neuroscienze hanno invece decostruito tale premessa e messo in evidenza che apprendere la lettura non è affatto un processo così "naturale".

Tralasciando il racconto dettagliato di ogni singola fase, il metodo globale può essere sintetizzato nel seguente modo:

- la proposta di una esperienza significativa che coinvolge l'intero gruppo classe seguita da una conversazione;
- la rappresentazione grafico-pittorica della stessa;
- la scrittura della frase che sintetizza l'esperienza;
- lo smontaggio della frase e progressiva memorizzazione delle parole che la compongono;
- la costruzione della scatola delle parole;
- il riutilizzo delle parole note per la costruzione di nuove frasi;
- l'individuazione spontanea o guidata dei pezzi di parole che hanno lo stesso suono e si scrivono allo stesso modo (gruppi sillabici);
- l'analisi dei gruppi sillabici e riconoscimento delle singole lettere;
- l'approdo finale alla corrispondenza grafema / fonema e alla lettura alfabetica.

Ogni passaggio richiede ovviamente tempi adeguati, giochi e attività per favorire la memorizzazione così come adeguato deve essere il numero delle frasi a disposizione e delle parole da memorizzare, ma il percorso procede dal *significato* al *codice*.

Il metodo globale si basa quindi sul riconoscimento visivo globale delle parole intere e sul-

la loro comprensione, comportando quindi un processo cognitivo quasi inverso a quello che, in base agli studi recenti delle neuroscienze, dovrebbe essere attivato: le attività di decodifica del grafema e il collegamento tra grafema e fonema. Le ragioni che portarono a suo tempo a scegliere il metodo globale erano (allora) sostenute da studi di psicologia cognitiva e dalla consapevolezza che fosse necessario attivare strategie metodologiche in grado di motivare l'apprendimento; il metodo globale, facendo esplicito riferimento a esperienze vissute e a testi immediatamente significativi, sembrava essere maggiormente aderente ai bisogni emotivi degli alunni e quindi di per sé facilitante l'acquisizione delle abilità di letto-scrittura.

Negli anni sessanta e settanta, la condizione in cui versava l'educazione linguistica nella scuola di base era tale da giustificare la necessità di modificare anche le strategie metodologiche. La scuola, anche la scuola elementare, presentava un alto tasso di bocciature e di ripetenze. Le ragioni di tale situazione non erano ovviamente da ricondursi solo al metodo di insegnamento della letto-scrittura, bensì all'intero sistema formativo che non teneva granché in conto le condizioni socioculturali degli alunni. L'Italia era ancora in larga parte un Paese dialettale. I processi migratori interni avevano portato alla formazione delle cosiddette classi "miste" nelle quali gli "immigrati" faticavano ad integrarsi e che raggiungevano tassi di fallimento elevati. Ferruccio Deva, in una ricerca relativa ad alcune scuole elementari di Torino per l'anno scolastico 1960/1961, riporta i seguenti dati: nati a Torino percentuale di bocciatura 5,2%, immigrati tasso di bocciatura 18,8%. La Riforma della Scuola Media Unica entrata in vigore nell'anno scolastico 1963/64 aveva sì innalzato l'obbligo scolastico, ma nella pratica era rimasto quasi intatto l'impianto pedagogico e didattico.

5. Mialaret G, *Apprendimento della lettura*, Roma, Armando editore, 1967.

In quel contesto, e nel fermento delle nuove idee che sostenevano un rinnovamento radicale dell'educazione linguistica, anche l'uso del metodo globale fu ritenuto un contributo significativo e funzionale al rinnovamento. Inoltre, non da ultimo, il metodo globale vantava crediti scientifici. Nell'introduzione al testo di Mialaret (op.cit.) si legge: "I problemi pedagogici sono sempre problemi a diverse coordinate e le soluzioni che l'insegnante dà loro non sono mai perfette. È questo il motivo per cui, la posizione scientifica lascerà sempre un posto importante alla personalità del maestro. Ma si esercita tanto meglio la propria arte quante più sono le informazioni sulla propria azione e sulle possibili reazioni degli scolari che si possiedono". E nella nota introduttiva Eggle Becchi commenta "di qui il riscatto, in senso scientifico, non solo dell'opera del pedagogo, ma dell'attività dell'educatore, apparentemente solo pragmatica e con fini esclusivamente didattici. [...] Tale riscatto avviene appunto attraverso l'impegno scientifico e sperimentale dell'insegnante che osserva, registra, si documenta, compie brevi esperimenti".

In realtà i limiti del metodo globale risultarono evidenti quando, quasi in ogni classe, uno o più alunni non approdavano alla fase di riconoscimento e memorizzazione della parola e ancora meno giungevano alla scomposizione della parola e alla lettura alfabetica. Con il senno (e le conoscenze) di poi, si può affermare che la maggioranza dei bambini giungeva alla lettura alfabetica attivando, sicuramente in un contesto promozionale, risorse proprie e che quelli in difficoltà per DSA non conseguivano esiti positivi per un errore metodologico. L'inserimento in classe degli alunni stranieri ha poi enfatizzato i limiti del metodo globale: la lingua italiana è fortemente caratterizzata dalla corrispondenza tra grafema e fonema e quindi la richiesta di memorizzazione di serie di parole o di intere frasi è apparsa subito improponibile.

Il metodo fonico-sillabico

Gli studi, di cui anche gli insegnanti possono disporre oggi, indicano che il metodo di insegnamento della lettura più efficace, o addirittura obbligato, è quello fonico - sillabico. Per le giustificazioni teoriche si rinvia al testo di Dehaene⁶, in particolare ai cap.3 e 5.

Imparare a leggere significa mettere in connessione due sistemi cerebrali: quello visivo per il riconoscimento delle forme e quello delle aree del linguaggio. All'ingresso nella scuola primaria il bambino è pronto per affrontare la decodifica della parola nei suoi costituenti. I passaggi che bisogna seguire nell'insegnamento della lettura sono:

- la corrispondenza grafema-fonema del singolo suono;
- la ricomposizione delle sillabe;
- la ricomposizione della parola.

Si procede cioè dal più *semplice* al più *complesso*. Il percorso deve essere sistematico e, in qualche modo, standardizzato. A partire dal materiale linguistico scritto già presente in aula (cartelloni con i nomi, cartellone dei giorni della settimana, filastrocche ecc.), si procede alla individuazione del suono presentato e alla sua scrittura inizialmente in stampato maiuscolo. Le attività connesse a questa prima fase sono infinite, ma tutte centrate sul riconoscimento e sulla lettura del suono presentato. Vale la pena ricordare che già alla scuola dell'infanzia potrebbe essere avviato un lavoro importante per la formazione dei prerequisiti alla lettura: a livello sonoro, con giochi linguistici indirizzati al riconoscimento della lettera finale e iniziale delle parole, individuazione delle rime nelle filastrocche, creazione di rime, discriminazione fra parole lunghe e parole corte ecc.

L'avvio del percorso di insegnamento/apprendimento della lettura in classe prima inizia con la presentazione delle vocali. Rimane intatta la necessità di creare un ambiente

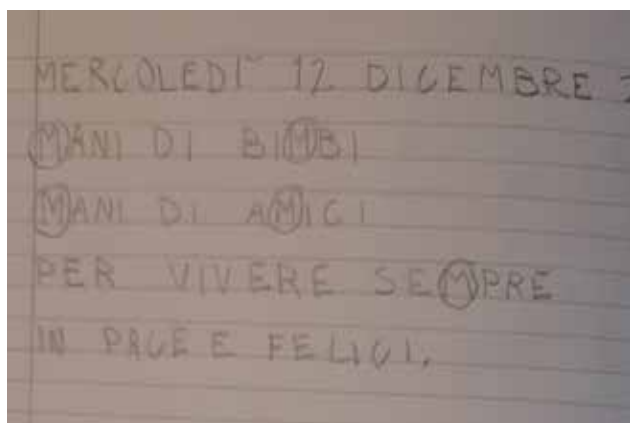
6. Dehaene S, *I neuroni della lettura*, Milano, Raffaello Cortina Editore, 2009.

promozionale all'apprendimento che non può risolversi solo nella proposta di una interminabile sequenza di schede esercitative. Imparare significa anche appassionarsi e trovare senso nelle progressive scoperte e nelle nuove acquisizioni. Una indicazione didattica può essere l'individuazione di uno "sfondo integratore" sul quale collocare tutte le successive attività. Creare una situazione o un evento emotivamente "denso" relativo alla presentazione di un suono favorisce infatti la partecipazione alla attività, sia da parte dei bambini che già lo conoscono sia per quelli che lo individuano per la prima volta nella forma scritta.

A livello puramente esemplificativo, si possono indicare alcune strategie realmente utilizzate per l'introduzione di un nuovo fonema/grafema:

- filastrocca (il suono iniziale deve essere quello oggetto del nuovo apprendimento):

**MANI DI BIMBI, MANI DI AMICI
PER VIVERE INSIEME IN PACE E FELICI**



- proposta di attività: su un cartoncino imprimere con il colore a dita rosso l'impronta della propria mano da incollare su metà pagina del quaderno. Sotto riportare la scritta (copiata dalla lavagna)

LA MIA MANO

Su un cartoncino identico imprimere l'impronta di colore giallo della mano di un amico o di una amica. Incollare sul quaderno e sotto scrivere (sempre copiando dalla lavagna)

**LA MANO DEL MIO AMICO
LA MANO DELLA MIA AMICA**

e, dal cartellone dei nomi, individuare il nome da copiare;



- riportare sul quaderno l'attività svolta sulla tabella a doppia entrata disegnata sul pavimento che riporta in ascissa le vocali e in ordinata le consonanti. Completare allo stesso modo la grande tabella disegnata e appesa in aula. Dopo la presentazione di alcuni suoni consonantici, durante una ricreazione i bambini se la sono compilata per intero. Una volta compreso il meccanismo combinatorio, sono stati in grado di procedere autonomamente.

- individuazione del suono M in tutte le parole a disposizione.

- lettura quotidiana (da controllare in classe), ripetuta sotto varie forme: recitata, a gruppi, individuale, ecc.

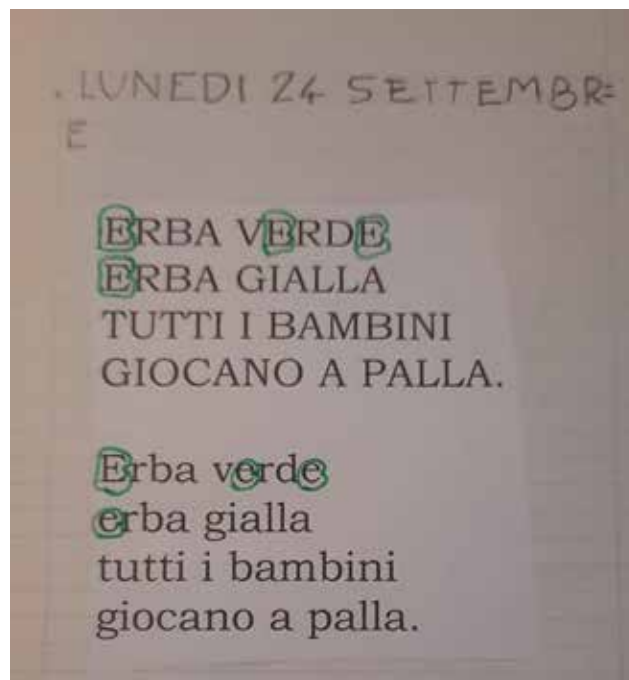
Il materiale dovrebbe essere predisposto dall'insegnante, compreso l'alfabetiere; le schede di lettura seguono il percorso attivato in classe e vengono realizzate utilizzando le sillabe note per la composizione di nuove parole (inizialmente bisillabe piane e via via più complesse) senza im-

magini o disegni da colorare, perché l'attenzione deve essere focalizzata sulla lettura e non distratta da altro. Il disegno dei bambini – importantissimo – ha un'altra funzione e viene largamente utilizzato in altre situazioni.

I sostenitori “puristi” del metodo fonico sillabico ritengono che non ci debbano essere interferenze di altre strategie nel suo utilizzo.

Quello che viene denominato “metodo misto” è in realtà di difficile definizione perché le modalità di utilizzo e il tasso di commistione non vengono definiti rigorosamente. Ogni metodo necessita di coerenza interna; il metodo fonico sillabico procede ordinatamente con la presentazione dei suoni e la formazione delle sillabe, ma diventa inevitabile da un certo momento in poi, inserire testi significativi e cominciare a lavorare per la formazione di parole e frasi nuove e forse questo può essere considerato metodo misto.

Il percorso di apprendimento delle abilità di letto-scrittura non esaurisce l'attività di educazione linguistica in classe prima. Pur necessitando di sistematicità e di rigore va considerato all'interno di un'ampia proposta che deve portare gli alunni a riflettere, sia pure in forma elementare e ingenua, sulla doppia valenza della lingua: un sistema per esprimere se stessi, per comprendere ciò che altri hanno espresso e nello stesso tempo un sistema governato da un codice (la grammatica) di cui, già in prima classe, possono essere scoperte macroregole e ricorsività. Si lavora sulla comprensione linguistica e, da subito, sul codice della lingua. Le parole hanno un significato e hanno una forma. Imparare a riconoscere gli aspetti morfologici giocando e smontando le parole avvia infatti un lavoro che durerà negli anni, ma che può essere già iniziato in forma ludica da subito. ●



Leggere storie ad alta voce

An Italian language teacher talks about her experience with 'shared reading aloud.' It is a different experience for each age group, one that particularly fosters habits, passion, attention, interests, emotions, understanding, and listening. It is truly no small thing..

Key words: *Shared reading aloud, Reading and social inclusion.*

Annamaria Brodini

Nel metodo e nell'esperienza Scout, in particolare con i bambini dagli otto agli undici anni, il racconto è uno strumento privilegiato per creare un dialogo significativo e costruire una scala di valori verso la quale indirizzare scelte e comportamenti. Nei bambini che ascoltano, il racconto suscita domande, mette in moto un processo creativo di immaginazione e meraviglia, crea attesa e coinvolge il corpo, la mente, le relazioni con gli altri. Nella mia esperienza di capo Scout, in tante occasioni in mezzo al cerchio dei "lupetti", mi sono trovata a raccontare ad alta voce le storie di Mowgli, tratte da *Il libro della giungla* di Rudyard Kipling, incrociando sguardi attenti o immersi in un mondo immaginato, osservando le bocche spalancate in attesa dell'evolversi della storia, sorridendo alla vista di bambini abbracciati o accomodati schiena contro schiena per godersi appieno la narrazione. Il racconto è un modo naturale di esprimersi e utilizzarlo per far passare messaggi o stimolare il pensiero è un gioco molto utile in ambito educativo.

Nella scuola primaria

Ricca di questa esperienza, avendo da poco iniziato ad insegnare in una scuola primaria, ho da subito utilizzato *la lettura vicariale* (o *lettura ad alta voce condivisa*) come metodo durante l'attività dedicata alla narrativa. Nella settimana avevo riservato un tempo quotidiano alla lettura di una fiaba di Rodari o di un capitolo di un romanzo di Roald Dahl agli alunni della classe. Era un momento molto atteso, i bambini preparavano lo spazio togliendo quaderni e libri dal banco che riponevano in cartella, spostavano la propria sedia davanti, si accomodavano scegliendo a quale compagno



stare seduti accanto e sistemavano la mia ogni volta in un punto diverso del cerchio e tutti pronti iniziavano a cantilenare, battendo le mani: “U-na bel-la sto-ri-a! U-na bel-la sto-ri-a!”

Era davvero un momento speciale di coinvolgimento e intesa reciproca, di attesa della creazione di luoghi, personaggi, vicende, idee. Qualsiasi storia era una gran bella storia!

I bambini ascoltavano in silenzio, se a qualcuno “scappava” un commento veniva zittito dagli altri: si doveva arrivare in fondo al capitolo senza perdere un attimo, una parola, come bere tutto d’un fiato un bicchiere di acqua fresca dopo una corsa. E poi avveniva l’esplosione: commenti, l’eco di parti che avevano colpito di più, valutazioni semplici e spontanee, rielaborazioni, tutta una serie di attività da parte degli alunni che testimoniavano il piacere per quanto era appena avvenuto e l’importanza di una lettura ad alta voce.

Negli anni, la scelta delle letture è avvenuta non solo da parte mia, ma anche degli alunni stessi; ogni piccolo libro letto veniva poi sistemato in uno scaffale comunque sempre a disposizione. Quando ho avuto occasione di insegnare in una scuola con una biblioteca scolastica, il rito era quello di trasferirsi in quello spazio, sui cuscini sistemati in terra, ma la cantilena è rimasta la stessa: “U-na bel-la sto-ri-a! U-na bel-la sto-ri-a!”

Ho avuto modo di constatare che gli alunni leggevano poi a loro volta molto volentieri, leggevano sempre meglio, inventavano storie ricche, scrivevano utilizzando termini sempre più appropriati. La lettura ad alta voce era diventata un’abitudine piacevole nelle classi, al punto che un paio di volte alla settimana, l’ultimo quarto d’ora, a turno gli alunni lettori leggevano per i compagni un breve racconto.

Nella scuola secondaria

Dalla scuola primaria alla secondaria di primo grado il passaggio nell’ambito della lettura è stato un po’ meno semplice. Tuttavia ciò che ha fatto sì che la *lettura vicariale* potesse essere ancora apprezzata era la scelta da parte mia di testi, racconti lunghi o romanzi brevi, particolarmente avvincenti, ben scritti, con tematiche vicine agli

studenti: libri che potessero suscitare ancora meraviglia ma allo stesso tempo permettessero ai ragazzi di sentirsi dentro la storia, protagonisti. È stato un periodo di grandi letture personali e di aggiornamento per fare scelte adeguate all’età degli studenti.

Tuttavia, per motivi spesso legati alla condizione vincolante della programmazione curricolare, il tempo della narrativa, che è sempre rimasto nel mio quadro orario di insegnante, si è ridotto ad un’ora settimanale, ma non per questo meno attesa o meno piacevole.

La mia passione per la letteratura e la lettura è sempre stata trasparente e in qualche modo ha contagiato in generale gli studenti, molti dei quali sono diventati lettori, alcuni grandi lettori.

“Ma profe... è bello il libro che stiamo leggendo!”
“Me ne può consigliare uno simile che questo mi è piaciuto?”

Oltre al piacere di leggere, la formulazione di un pensiero critico, l’arricchimento lessicale, la capacità espressiva, la competenza linguistica, anche nei più fragili, hanno sempre avuto un riscontro positivo grazie alla pratica della *lettura vicariale*.

Con gli studenti della cosiddetta scuola media, si rimaneva in classe, amavano spostare i banchi in fondo all’aula – un momento di liberatorio sfogo rumoroso – poi si disponevano a semicerchio davanti a me che, in piedi, muovendomi di tanto in tanto, leggevo ad alta voce per loro. Anche con questi ragazzi più grandi la magia arrivava, si zittivano, si sistemavano “comodi” sulla seggiola e il loro sguardo e la loro mente cominciavano a immaginare, viaggiare e vivere avventure ed emozioni.

Anche l’abitudine della lettura personale a casa riusciva ad essere una realtà e l’obiettivo del gruppo classe era che tutti riuscissero a leggere almeno un libro al mese, liberamente: 9 libri in un anno!!!

Ho avuto la fortuna di avere una carriera varia e sono approdata negli ultimi anni alla scuola secondaria di secondo grado, un Istituto Tecnico dove gli alunni arrivavano per scelte più o meno consapevoli, spinti, almeno così pensa-

vano, principalmente dalla presenza di materie tecniche nel piano di studi: Matematica, Informatica, Economia...; Italiano, Storia, Letteratura le avrebbero saltate a piè pari volentieri! Il tempo della lettura individuale a casa era inesistente per i più, solo qualche lettrice con genere fisso, rari lettori occasionali obbligati dall'insegnante. Dopo trent'anni, mi è sembrato di tornare indietro, ma la certezza dell'importanza della narrazione e della lettura mi hanno fatto mantenere l'ora di narrativa settimanale nell'orario delle classi.

Ad annuncio avvenuto le reazioni non sono state rincuoranti; ma ho cominciato con brevi racconti, poi testi sempre più lunghi, fino ai romanzi sia classici che contemporanei: davanti alle bocche spalancate e agli occhi sgranati di quegli adolescenti sono sfilati Cosimo de *Il barone rampante*, Michele di *Io non ho paura*, Barabás de *I ragazzi della via Pál*, Samia di *Non dirmi che hai paura...* Le storie e le vite di libri come *Qualcuno con cui correre*, *Pugni*, *Johnny il seminatore*, *La ragazza delle arance*, *L'inventore di sogni*, *Nel mare ci sono i coccodrilli*, *Per questo mi chiamo Giovanni...* sono passate davanti agli occhi, nella mente, nello stomaco degli studenti provocando reazioni, suscitando emozioni, suggerendo pensieri.

È stata sicuramente più apprezzata la *lettura vocale* rispetto all'impegno della lettura individuale a casa, che era comunque lasciata libera e verificata attraverso attività creative, che in qualche modo sono riuscite comunque a sostenere lo sforzo e la curiosità degli adolescenti; si è trattato della realizzazione di copertine personalizzate, di book trailer, di interviste immaginarie... riscontri di letture avvenute con profitto, seppur con fatica.

Con dei sedicenni non abituati alla lettura si è reso necessario esplicitare i vantaggi di tale pratica, la metacognizione ha consentito a dei ra-

gazzi apparentemente superficiali e distratti di capire e apprezzare il valore e la bellezza della lettura. Ovviamente meglio se a leggere era l'insegnante! Di fatto, il bisogno infantile di sentire narrare, di ascoltare le fiabe da un adulto è riaffiorato creando le condizioni perché la mia lettura ad alta voce potesse incidere alla lunga sulla loro produzione orale e scritta.

Studi e ricerche sulla lettura ad alta voce

Fino a qui tutto è avvenuto in maniera empirica. La conferma sperimentale/scientifica l'ho avuta al Convegno internazionale "Lettura ad alta voce condivisa" del dicembre 2022 organizzato a Perugia dal gruppo di ricerca di pedagogia sperimentale coordinato da Federico Batini del Dipartimento di Filosofia, Scienze Sociali, Umane e della Formazione (FISSUF) dell'Università degli Studi di Perugia. Questo convegno al quale ho partecipato con grande interesse ha rappresentato un importante momento di confronto scientifico e di dialogo con i professionisti dell'educazione, dell'istruzione, della salute, della prevenzione e dello sviluppo. Partendo dalla consapevolezza della "potenzialità equitativa" insita nell'utilizzo della lettura ad alta voce nel sistema educativo e di istruzione, nei contesti di cura e di recupero e riabilitazione, noi partecipanti abbiamo potuto conoscere evidenze e testimonianze della "funzione trasformativa" di alcune modalità di utilizzo della lettura. L'indagine ha messo a fuoco "un approccio al testo inclusivo e mirato a far sperimentare l'esperienza estetica della lettura con l'ascoltatore al centro, non più mero ricettore passivo o esecutore meccanico della lettura, ma partecipante attivo, costruttore di significati e di potenzialità, in dialogo con gli altri. La ricerca sulla lettura, questo l'orientamento propositivo del Convegno, ha rimesso al centro la persona con i suoi bisogni, le sue potenzialità, il bagaglio esperienziale e immaginativo di partenza e ha

1. <https://cepell.it/alluniversita-di-perugia-il-1-e-2-dicembre-il-primo-convegno-scientifico-internazionale-sulla-lettura-ad-alta-voce/>

esaminato le sue possibilità di sviluppo, di crescita e di empowerment”¹.

Per me è stato veramente illuminante e rinforzante trovare conferma della necessità di un tempo dedicato alla *lettura vicariale* o *ad alta voce condivisa*. La pratica settimanale è stata mantenuta e supportata ulteriormente dai suggerimenti contenuti nel testo *Strategie e tecniche per leggere ad alta voce a scuola*².

Anche in classi diverse dalle mie, durante le ore di supplenza, in genere così poco gratificanti e anzi piuttosto faticose, entravo con un libro di racconti, per esempio *Il bar sotto il mare* di Stefano Benni e cominciavo a leggere *Priscilla Mapple e il delitto della seconda C*; l’ora passava tranquillamente, gli studenti ascoltavano, se la campanella suonava prima della fine del racconto mi chiedevano in prestito il libro per poter terminare la lettura. Ed ho continuato fino alla pensione a leggere ad alta voce in classe con l’unico rammarico di non poterci dedicare più tempo.

La dimensione inclusiva della lettura

Ho avuto modo di sperimentare la dimensione inclusiva e democratica della lettura ad alta voce nel doposcuola presso l’oratorio di Fiumicello, quartiere della prima periferia a Brescia. Avevo un gruppo di 12 bambini di etnia diversa, di recente immigrazione, frequentanti la classe prima della scuola primaria, con un vocabolario di circa 100 parole italiane. La responsabile del doposcuola mi aveva sentito parlare della *lettura ad alta voce condivisa* e mi ha chiesto di pensare un percorso settimanale con i bambini del doposcuola.

Le condizioni non erano facili: i bambini svolgevano i compiti direttamente dopo l’uscita da scuola, mentre altri giocavano negli spazi attigui, la comprensione delle consegne aveva bisogno di tempo; ma sin dalla seconda volta che mi sono recata da loro, i bambini, al mio arrivo, preparavano le sedie in semicerchio, si sedevano vicino

al compagno che preferivano e chiedevano “Che storia oggi?”.

Ho privilegiato l’uso dei *silent book* che possono veicolare emozioni e concetti indipendentemente dalla lingua conosciuta, insieme agli albi illustrati ed ho via via integrato il racconto orale, la lettura ad alta voce condivisa e corale in modo da far esprimere i bambini rispetto a ciò che percepivano dalle immagini e per far sì che acquisissero man mano vocaboli nuovi, appropriati.

La gara delle coccinelle di Amy Nielander ha visto come inizio di attività piccole corse/gare fra i bambini a piedi uniti, seduti, accovacciati, allineati sulla linea di partenza e regolati dal “Pronti, via!”. In seguito, ad ogni bambino è stato assegnato un cartellino con una parola che sarebbe stata poi usata durante la lettura. Ciò ha provocato la massima attenzione per individuare la propria parola. I bigliettini venivano appesi man mano su un cartellone. La lettura è avvenuta mostrando il libro, facendo domande e provocando supposizioni, in modo che i bambini potessero diventare la comunità di interpreti e collegare alla propria esperienza la lettura come prevede il metodo elaborato dall’equipe del prof. Batini. Alla fine ogni bambino ha colorato una coccinella per ricordare l’attività.

Ogni libro letto è stato corredato di una serie di attività ludico-espressive che hanno coinvolto i bambini nel disegno, nel riconoscimento e mimo allo specchio di emozioni e nell’individuazione delle parole “giuste” per esprimerle (*Che rabbia!* di Mireille D’Allancè), nella costruzione di maschere (*In una notte nera* di Dorotheè de Monfreid), nel rappresentare e imitare animali (*Adottare un dinosauro* di J. C. Andrès, A. Sanfelippo) ...

Per concludere

Rita Valentino Merletti³ indica i motivi per cui è utile e importante leggere ad alta voce ai fini della costruzione di un atteggiamento positivo verso il libro; eccoli elencati:

2. Batini F, Giusti S, *Strategie e tecniche per leggere ad alta voce a scuola*, Milano, Franco Angeli editore, 2022.

3. Valentino Merletti R, *Leggere ad alta voce*, Milano, Mondadori Editore, 1996 e III ed. riveduta e ampliata, 2000.

1. Perché è necessario creare fin dalla primissima infanzia un rapporto affettivo con il libro.
2. Perché promuove un atteggiamento positivo nei confronti della lettura.
3. Perché è il modo più efficace per suscitare la passione per la lettura. Nei primi anni di vita il desiderio di emulazione è molto forte. Tanto più lo è quando è diretto a una attività che visibilmente appassiona e diverte l'adulto che la propone.
4. Perché crea l'abitudine all'ascolto, dilata i tempi di attenzione, induce alla creazione di immagini mentali.
5. Perché accresce il desiderio di imparare a leggere fornendo una motivazione più convincente al difficile processo di apprendimento della lettura.
6. Perché permette di avvicinare testi che risulterebbero troppo difficili per una lettura individuale.
7. Perché amplia in modo significativo gli interessi letterari del bambino.
8. Perché mette in evidenza, di un testo, la sonorità, il ritmo, gli effetti fonosimbolici.
9. Perché crea un territorio comune di idee, di immagini, di emozioni.
10. Perché è un'esperienza che procura un intenso piacere all'adulto e al bambino.

“Le storie – scriveva Lewis Carroll, autore di *Alice nel paese delle meraviglie* – sono doni d'amore”. E come tutti i doni di questo tipo funzionano in due direzioni. Arricchiscono chi li fa più ancora di chi li riceve. Leggere ad alta voce ai miei studenti è sempre stata un'importantissima esperienza. Una gran bella storia anche per me. ●



Federico Batini
Lettura ad alta voce. Ricerche e strumenti per educatori, insegnanti, genitori.
 Carocci editore, 2022



Federico Batini è un riferimento utile per gli insegnanti di tutti i livelli scolastici, irrinunciabile per quelli della scuola dell'infanzia e primaria. Insegna Pedagogia sperimentale all'Università degli Studi di Perugia, dove dirige il master in Orientamento narrativo e prevenzione della dispersione scolastica ed è responsabile scientifico di progetti internazionali, nazionali, regionali e locali per l'introduzione e l'utilizzo della lettura ad alta voce. Ha pertanto tutta l'autorevolezza per testimoniare l'efficacia formativa delle idee che espone.

Sulla lettura ad alta voce ha pubblicato numerosi libri e questo di Carocci editore è solo l'ultimo in ordine di tempo. Qui oltre ai fondamenti del suo progetto – che non include solo gli insegnanti, ma anche educatori e genitori – sono riportate evidenze di come la lettura narrativa utilizzata quotidianamente sia una pratica didattica completa e in grado di combattere lo svantaggio socioculturale. Essere esposti alla lettura ad alta voce allena infatti la comprensione, le abilità necessarie per poter leggere anche da soli e permette di trarre profitto dal percorso scolastico.

Utilissimo per passare dalla teoria all'azione l'ultimo capitolo del libro “Istruzioni per l'uso”. Vi si trova infatti un'Appendice con i progetti di rilievo nazionale per l'inserimento della lettura ad alta voce nelle scuole, due in particolare: “Leggere: Forte!” e “Leggimi ancora”.

Comprendere i problemi di matematica: cominciamo dai problemi storia

Lucia Stelli

The first difficulty in solving a problem is understanding the text that formulates it. The article presents and discusses a strategy – story problems – to prevent and overcome this difficulty.

Key words: *Text of a problem, Story problems, Discuss the text, Argument*

“Comprendere un problema è il primo problema” ha detto sorprendendomi Martino, un bambino di terza primaria che così ha commentato la mia richiesta di fare domande sul testo di un problema appena proposto. E proprio le difficoltà legate alla comprensione del testo sono emerse dall’interazione con gli insegnanti durante alcuni webinar sul problem solving a cui ho partecipato.

Per dare un’idea di quanto per questi ultimi sia importante e preoccupante il problema della comprensione riporto qualche loro intervento:

- Ho notato che, al di là delle conoscenze puramente matematiche, come potrebbero essere gli algoritmi delle operazioni e il significato delle stesse, i bambini hanno molta difficoltà nella comprensione del testo problematico.
- Valutando le difficoltà di comprensione del testo che non sempre possiamo prevedere, è quindi importante leggere noi il testo e spiegarlo?
- Se i bambini non chiedono, perché timidi o per timore di sbagliare, è corretto fornire delucidazioni in riferimento alla comprensione del testo?
- Il testo narrativo può essere un ostacolo per i bambini con difficoltà di apprendimento e i bambini stranieri?
- I miei alunni hanno in generale difficoltà di comprensione dei testi... quindi i problemi storia diventano ancora più complessi.
- Per alcuni bambini il testo narrativo è un distrattore.

È proprio per rispondere ai dubbi emersi, alle convinzioni e ai bisogni dei docenti e degli allievi che vorrei far capire l’importanza strategica di una particolare tipologia di problemi per prevenire e curare le difficoltà di comprensione che i problemi di matematica possono causare: i problemi storia.



Il mio, ovviamente non sarà il punto di vista della ricerca (per questo rimando ai libri di Rosetta Zan¹), ma quello di chi ha sperimentato in un gran numero di classi di scuola primaria le indicazioni sul problem solving provenienti dalla ricerca didattica.

È una prassi consolidata fin dalla scuola primaria utilizzare la narrazione per presentare problemi di matematica. Tale scelta, nata dall'intento di richiamare il vissuto degli allievi proponendo loro situazioni "familiari", non tiene però conto delle difficoltà di comprensione che possono derivare dalla presenza nel testo di informazioni del tutto innaturali, persino assurde. Basta leggere i problemi presenti nei libri scolastici per rendersene conto e scoprire che il riferimento al vissuto è solo di facciata, in quanto l'obiettivo dell'autore è far lavorare l'allievo sulle informazioni matematiche, senza preoccuparsi di inserire tali informazioni in un contesto effettivamente realistico, e tantomeno di proporre una domanda realistica. Un esempio potrà chiarire il mio pensiero.

Da un testo di quarta primaria:

Riccardo aveva nel salvadanaio 25 euro. Ieri ha comprato il suo giornalino preferito spendendo 3,20 euro, 8 bustine di figurine a 1,20 euro ciascuna e un gelato da 2,50 euro. Quanti soldi sono rimasti a Riccardo?

È una situazione in cui un bambino si riconosce? Probabilmente no. E soprattutto, la domanda è realistica, cioè è una domanda che un bambino si porrebbe in quella situazione? Si chiede quanti sono i soldi che gli sono rimasti, ma le domande naturali che un bambino si potrebbe porre sono altre: Com'è fatto il salvadanaio di Riccardo? Deve romperlo per prendere i soldi? Come mai non li chiede ai genitori per comprare ciò che desidera? Perché si vuole sapere quanti soldi sono rimasti a Riccardo?

Le esigenze di Riccardo non bastano a giustificare l'apertura di un salvadanaio e pertanto se non vogliamo far sorgere domande simili dovremmo aggiungere ulteriori informazioni per agevolare la comprensione della situazione descritta. Insomma per diventare "autentico e significativo", e come tale comprensibile per tutti gli alunni, il problema dovrebbe essere riformulato. Una riformulazione che favorisce la comprensione è quella di una storia che racconta il problema di qualcuno. Il nuovo testo potrebbe allora essere il seguente:

"Riccardo per il suo compleanno ha ricevuto dai nonni 25 euro. Decide di utilizzarli per comprare un giornalino che costa 3,20 euro e 8 bustine di figurine a 1,20 euro ciascuna, non più di 8 perché per le figurine non vuole spendere più di 10 euro, tanto più che tutte le settimane la mamma gliene compra 4 pacchetti. Gli piacerebbe anche comprarsi un gelato da 2,50 euro e vorrebbe che gli rimanessero almeno 10 euro per acquisti successivi. Prima di fare queste spese però vuol sapere se effettivamente poi gli rimangono 10 euro. Secondo te Riccardo potrà realizzare il suo progetto di spesa?"

Il testo è più lungo e contiene anche dati inutili per la soluzione, ma utili per capire ciò che intende fare Riccardo e quindi per rendere "naturale" la domanda. Esplicita un problema del protagonista, permettendo di comprendere i suoi ragionamenti e il suo scopo. Inoltre, cosa non meno importante, permette di lavorare sul processo di comprensione in quanto è richiesta una lettura attenta del testo per selezionare le informazioni utili alla soluzione del problema. Creare le condizioni per far comprendere il problema dovrebbe essere la prima preoccupazione dell'insegnante così che tutti i bambini possano accostarsi al problema matematico sostenuti dalla storia che lo include.

1. Zan R, *Difficoltà in matematica. Osservare, interpretare, intervenire*, Springer-Verlag Italia, 2007; Zan R, *I problemi di matematica. Difficoltà di comprensione e formulazione del testo*, Roma, Carocci editore S.p.A., 2016.

Ora, nei problemi storia le informazioni matematiche sono perfettamente integrate nella storia in modo sensato e non artificioso e la domanda finale scaturisce in modo naturale dal contesto, cioè è la domanda che si porrebbe chiunque avesse quel problema.

Nel progetto “Problemi al centro” della casa editrice Giunti sono molti i problemi storia proposti, proprio per la loro caratteristica di favorire il processo di comprensione. Per questi motivi penso che tali problemi costituiscano “la via regia” per affrontare i problemi senza generare ansie e paure. Come approcciarsi allora ai problemi storia in classe?

Intanto facciamo in modo che i bambini li riconoscano partendo proprio dalle parole che li identificano: *problema* e *storia*. Condivisa la definizione di problema che dovrebbero già conoscere dalla classe prima (vedi proposte iniziali del Progetto²), saranno gli stessi bambini a caratterizzare una storia.

Nelle classi terze, in cui ho avuto occasione di chiedere “Cos’è secondo voi un problema storia?” è stato facile avere risposte su come facciamo a riconoscerlo: “C’è un protagonista che vuole fare qualcosa, ma gli succedono cose che lo mettono in difficoltà. Alla fine però ci riesce”. Ecco che diventa naturale accostare le difficoltà a un problema e facile riconoscere la matematica dentro una storia. C’è stato anche qualcuno che ha detto: “Il problema di matematica è come l’antagonista che troviamo nelle fiabe!”

La storia può quindi diventare la traccia per la comprensione del problema, basta farsi guidare da ciò che dicono e fanno i personaggi, avendo ben chiaro l’obiettivo da raggiungere.

Tutt’altra cosa che andare a individuare i dati numerici e cercare nelle parole chiave gli indizi di operazioni da fare!

Anche un testo lungo e articolato - come quello che di seguito presento come esempio - può essere affrontato senza “distrarre” gli alunni dal problema matematico. A prima vista la lunghezza del testo potrebbe scoraggiarne la lettura, toccherà all’insegnante creare un clima di curiosità e aspettative tale da motivare gli alunni, il resto sarà supportato dalla narrazione.

Inizialmente i problemi storia potranno apparire complessi, ma saper affrontare la complessità senza temerla, avendo strumenti per “smontarla”, è un obiettivo da perseguire e coltivare in particolare nella classe terza della scuola primaria dopo che ci si è impadroniti della lettura tecnica. È questo il momento di dedicare tempo alla lettura profonda, quella che permettere di ragionare sui significati delle parole e di cercare relazioni all’interno delle frasi. Non sarà la lunghezza del testo a decretarne la complessità, se la sequenza degli eventi è ben presentata e se sono esposte le cause che li generano.

Il problema storia “La suddivisione del resto” (vedi alla pagina seguente) potrà contribuire a chiarire quanto sostenuto fin qui.

Come per tutte le attività del progetto “Problemi al centro”, dopo la lettura del testo da parte dall’insegnante, inizia l’attività mirata alla comprensione della storia e del problema.

Il testo va indagato, non spiegato! In una classe ci sono sempre bambini che possono coadiuvare l’insegnante in questa delicata fase, ed è bene che tutti si rendano conto di quanto dialogare con il testo sia importante per entrare nel problema. Il lavoro di risoluzione a coppie, che piace molto ai bambini e li porta a voler raggiungere velocemente questa fase, può aspettare!

Dopo aver chiesto se ci sono parole o frasi non chiare, e aver dato la parola agli alunni che hanno da proporre spiegazioni in proposito, orientiamo

2. Di Martino P, Zan R, *Problemi al centro. Matematica senza paura*, www.giuntiscuola.it/progetto-problemi-al-centro

la classe alla ricostruzione della storia.

Dove si svolge? Chi sono i protagonisti? Cosa dicono? Cosa fanno?

Visto che nonna Gloria resta sullo sfondo ci concentriamo su ciò che dice nonno Enio. Facilmente viene individuata la sua proposta con l'incarico a Dario di prendere i soldi dal portafogli.

Cosa si dicono nonno Enio e Dario? Con quanti soldi escano di casa Dario e Greta?

Qui risulterà chiaro che la banconota da 50 euro non viene presa, che Dario dà a Greta la banconota da 10 euro e che lui prende 5 euro spiccioli. Non dovrà poi essere trascurata l'informazione di dividere il resto in parti uguali.

Dove vanno Greta e Dario?

Che cosa si dicono quando si ritrovano sotto casa dei nonni? Qual è il problema? Chi ce l'ha?

Questa fase di indagine sul testo è delicata perché si rischia di pervenire a una risoluzione collettiva del problema che invece dovrà essere poi risolto successivamente dai

bambini disposti a coppie, meglio se di livello omogeneo. L'insegnante potrebbe infatti avere la tentazione di dare spiegazioni, scrivere i dati alla lavagna e anche dare indicazioni per sottolineare nel testo le informazioni utili. Certi bisogni dovrebbero invece nascere spontaneamente dai bambini perché i loro approcci saranno commisurati al loro modo di pensare. A questo proposito non è raro che qualcuno chieda il significato della frase "Ho speso il *doppio* di te". L'insegnante inviterà quindi chi conosce il significato del termine "doppio" (solitamente ci sono diverse mani alza-

te) a specificarlo con un esempio senza entrare nel merito del procedimento risolutivo del problema. Ciò è necessario anche per garantire la diversità dei procedimenti risolutivi a cui seguirà un tempo dedicato al confronto e alla discussione. Sarà questa una fase non meno importante delle precedenti perché gli alunni impareranno da loro stessi: potranno scoprire procedimenti più funzionali, più chiari e potranno anche autocorreggersi senza vivere l'errore come un fallimento.

Per dare un'idea delle soluzioni prodotte riporto alcuni protocolli sperimentali raccolti in classi terze di scuola primaria.

Problemi al centro
Classi 2-3

LA SUDDIVISIONE DEL RESTO

È sabato, Dario e Greta di prima mattina vanno a trovare i nonni: oggi è il compleanno della nonna e vogliono farle una sorpresa. Quando arrivano, Nonna Gloria è ancora a letto e Nonno Enio dice loro di far piano per non svegliarla.

Nonno Enio propone: "Perché bambini non andate a comprare il latte e dei biscotti al negozio di alimentari e a prendere una rosa rossa dal fioraio, così quando tornate prepariamo la colazione alla nonna: sarebbe sicuramente una bellissima sorpresa. Magari Greta tu puoi andare dall'alimentare e tu Dario dal fioraio, così fate prima".

Greta: "Va bene nonno, ci dai i soldi?".

Nonno Enio: "Prendete i soldi nel mio portafogli che è sulla mensola".

Dario: "Nonno qui hai pezzi da 50 euro e una banconota da 10 euro".

Nonno Enio: "Meglio se non portate troppi soldi: dai la banconota da 10 euro a Greta, che deve comprare più cose, e tu prendi i 5 euro spiccioli che dovrebbero essere nello studio. Per le cose che dovete comprare vi bastano di sicuro".

Dario: "Perfetto nonno, presi".

Nonno Enio: "I soldi che avanzano di resto teneteli e dividetevi in parti uguali".

Al ritorno dalla spesa i due bambini si ritrovano sotto casa di nonni a fare i conti.

Dario: "Io ho speso 2 euro per la rosa e mi sono avanzati 3 euro, tu quanto hai speso?".

Greta: "Io ho speso il doppio di te. Visto che avevo anche il doppio dei soldi, direi che siamo pari se ognuno si tiene il suo resto".

Dario: "Ma non è mica vero che così siamo pari: a te rimangono più soldi!".

Greta: "Sì vabbè, ma allora quanto dovrei darti secondo te?".

➤ E, secondo voi, quanti soldi deve dare Greta a Dario per fare come aveva detto loro nonno Enio?

➤ NOME _____
➤ CLASSE _____
➤ DATA _____

Espletati i calcoli delle spese effettuate, tutti arrivano alla conclusione che a Greta rimangono 6 € e a Dario 3 €, ma dividere 9 € in parti uguali si rivela il vero problema e in diversi casi gli alunni fanno in modo di poter gestire un numero pari e quindi divisibile per due.

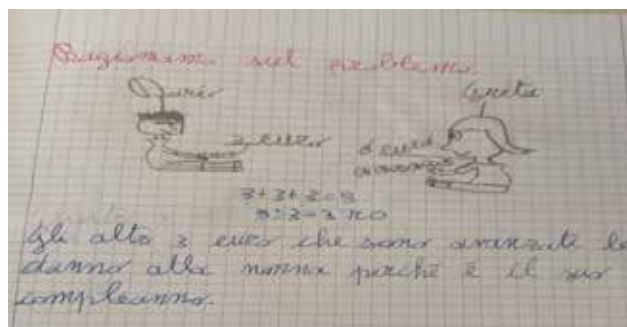
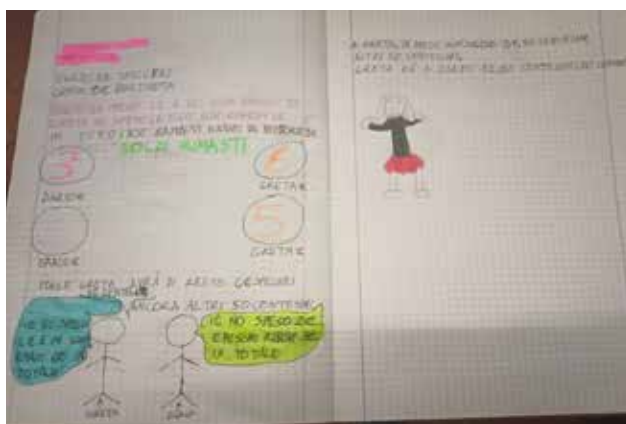
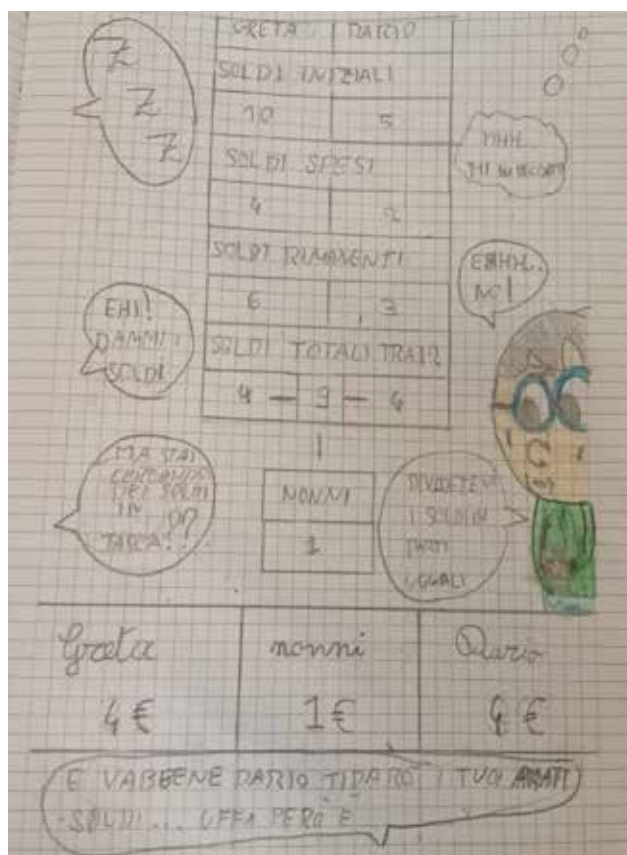
Nella prima soluzione a destra si divide 9 per 3 in modo da pervenire a una spartizione equa pensando a un ulteriore regalo alla nonna di 3 €: “Gli altri 3 euro che sono avanzati li danno alla nonna perché è il suo compleanno”.

Nella seconda soluzione risulta chiaro che per avere la stessa quantità di denaro bisogna immaginarsi la composizione del resto in monete. “A Greta, di resto rimangono: 5 € spiccioli, 50 centesimi e altri 50 centesimi. Greta dà a Dario: 1 €, 50 centesimi, 50 centesimi” (solo nella fase di confronto si rendono conto di aver scritto due volte 50 centesimi).

Anche dalla terza soluzione si può capire quanto la storia abbia guidato il procedimento matematico. La tabella ben scandisce i vari momenti della storia e le annotazioni a lato comunicano in modo colorito ed efficace quanto i bambini si siano calati nei panni dei personaggi. Non pensano però alla composizione dei soldi rimasti e l'euro "scomodo" viene restituito ai nonni.

Anche nella soluzione illustrata alla pagina seguente la storia è ben scandita, ma qui si ragiona anche sulla composizione dei soldi che ricevono di resto Greta e Dario. Si ipotizza che Greta possa aver ricevuto 5 monete da 1 € e due da 50 centesimi, ma il suo resto potrebbe essere costituito anche da una banconota da 5 € e due monete da 50 centesimi. Riguardo a Dario “Non possiamo sapere... come il negoziante li ha presentati, disposti se con dei centesimi o con degli euro. Perché non c'è niente che possa farci capire come ha disposto i soldi”. Indubbiamente l'ipotesi che Greta abbia di resto una banconota da 5 € apre un nuovo scenario.

Anche solo confrontando queste quattro soluzioni si rimane colpiti dalla loro ricchezza espressiva. I diversi modi di accostarsi al problema mescolano narrazione e logica e le integrano in maniera creativa. Niente a che vedere con le solu-

**soluzione 1****soluzione 2****soluzione 3**

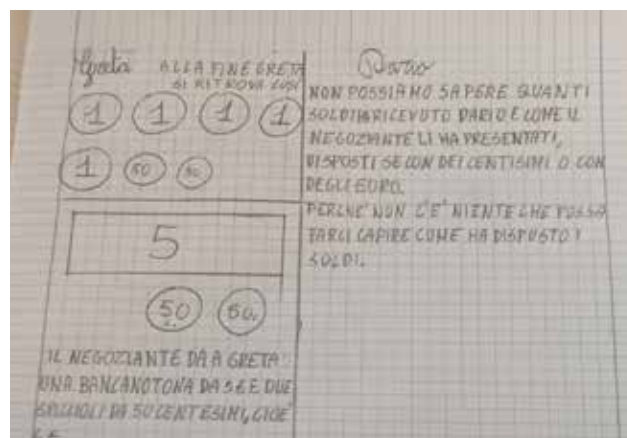
zioni ordinate, asettiche che spesso si vedono nei libri e di riscontro nei quaderni! Sono soluzioni rispondenti all'imposizione di uno schema rigido e impersonale che purtroppo toglie al processo di apprendimento invece di potenziarlo. Perché imporre di rinunciare a uno stile di pensiero personale in nome di un unico modo di procedere? Magari dando tracce di lavoro diverse che lasciano la libertà di esprimersi potrebbero esserci meno bambini che hanno paura della matematica!

Tornando al problema esaminato, ho rilevato in tutte le sperimentazioni fatte che non viene naturale pensare a cambiare 1 € in due monete da 50 centesimi, semplicemente perché dividere 1 € porta a pensare di doverlo spezzare in due. C'è sempre qualcuno che esclama "Ma non è possibile dividere 1 euro!" e questo spiega la tendenza a liberarsi della moneta "indivisibile". Fortunatamente c'è sempre qualcun altro che ha familiarità con gli euro e risolve correttamente il problema, e non è detto che sia un alunno/a capace, anzi è probabile che i cosiddetti "bravi" si blocchino per non aver esperienza di spesa.

"Per me questo problema è stato facile perché quando d'estate vado in vacanza dai miei nonni, loro mi danno sempre i soldi per comprare il gelato" ha detto una bambina orgogliosa per essere riuscita a risolvere un problema che stranamente metteva in difficoltà i compagni di classe. Una bella iniezione di autostima che riconcilia con i problemi di matematica. Motivo di più per investire nei problemi storia!

Per concludere riporto alla pagina seguente le riflessioni di tre bambini che testimoniano quanto i problemi storia possano essere utili per la loro crescita intellettuale.

"Il problema era abbastanza difficile perché ci è voluto un po' a capire che bisognava dare un 1.50€ a Dario. Ho imparato che ci sono diversi modi per risolvere un problema e anche che non tutti i problemi sono uguali perché ci sono i problemi semplici, difficili, storia e i problemini. Il processo più difficile è stato capire la soluzione." "Il problema era super DIFFICILE. Il passaggio



soluzione 4

più complicato era quando si doveva dividere 9 euro. Ho imparato che se c'è un numero dispari e si deve dividere si può usare il centesimo."

"Il lavoro di glieri mie piaciuto abbastanza io e il mio compagno ci siamo trovati un po' in difficoltà. Pero c'e labbiamo messa tutta anche se abbiamo sbagliato. ciabbiamo messo un po' però limportante è che ciabbiamo provato."

Non so se ho convinto gli insegnanti che si mostrano scettici sull'efficacia didattica dei problemi storia, spero almeno di aver suscitato in alcuni di loro un po' di curiosità e voglia di sperimentarli. Li attende un percorso impegnativo, ma estremamente gratificante e appassionante. Almeno per me così è stato! ●

Il problema era abbastanza difficile perché noi volemmo trovare una capsa che bisognava dare un 1.50€ a Mario. Ho imparato che ci sono diversi modi per risolvere un problema e anche che non tutti i problemi sono uguali perché ci sono i problemi semplici, difficili, storia e problemi. Il processo più difficile è stato capire la soluzione.

Il problema era super **DIF-
FICILE**.
Il passaggio più complicato era quando si doveva dividere 9 euro.
Ho imparato che se c'è un numero dispari e si deve dividere si può usare il centesimo.

Il lavoro di gruppo mi è piaciuto abbastanza e il mio compagno ci ha aiutato a trovare un modo più semplice. Però era un po' indifferente. Però se abbiamo messo tutta la nostra anima abbiamo sbagliato. Abbiamo messo un po' più importante e che abbiamo provato.

Rosetta Zan
I problemi di matematica.
Difficoltà di comprensione e formulazione del testo
Carocci editore, 2016.



La risoluzione di problemi è una delle attività principali nell'insegnamento della matematica, ma è anche quella in cui si riscontrano le maggiori difficoltà degli allievi. In molti casi esse hanno a che fare con la comprensione del problema: l'allievo non costruisce un'adeguata rappresentazione mentale della situazione descritta oppure si sofferma su dettagli irrilevanti perdendo di vista la domanda. Spesso dietro un rapporto difficile con la matematica ci sono proprio esperienze fallimentari con problemi che l'allievo non riusciva a comprendere, anche a causa di una formulazione del testo stereotipata e lontana dalla sua realtà. Il volume offre strumenti per individuare ostacoli alla comprensione legati alla formulazione del testo: da quelli di natura linguistica a quelli causati dall'artificiosità delle situazioni proposte e della domanda finale. Suggerisce inoltre strategie per superare le difficoltà evidenziate e propone attività di analisi e (ri)formulazione di problemi.

Hanno collaborato a questo numero:

Annamaria Brodini, laureata in Materie letterarie, è stata insegnante nella scuola Primaria e Secondaria di primo e secondo grado, docente alfabetizzatrice per studenti Nai (Neo Arrivati in Italia) e per donne non italofone. Ha promosso la lettura fra gli studenti anche attraverso iniziative e concorsi. .

Raffaello Corsi è laureato in Scienze biologiche e specializzato in Scienza e Tecnica delle piante medicinali all'Università di Pisa. Ha insegnato Matematica e Scienze nella scuola secondaria e nei licei, occupandosi anche molto di educazione ambientale. È autore di diversi testi scolastici di Scienze Naturali per la scuola secondaria di primo grado. Da trent'anni collabora con Legambiente Valdera, anche nella gestione della Riserva provinciale del padule di Bientina e con il Centro di ricerca, documentazione e promozione del padule di Fucecchio.

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

Lucia Duca, ricercatrice di Fisica Sperimentale all'INRIM. Lavora al LENS, laboratorio europeo di spettroscopia non lineare a Firenze, dove si occupa di interazione luce-atomi per lo sviluppo di tecnologie quantistiche. Occasionalmente si occupa di outreach nel podcast "Sorelle Scienziette" e di eventi di sensibilizzazione sulla parità di genere nella scienza dentro e fuori i centri di ricerca.

Margherita Duca, laureata in Scienze Chimiche, ha conseguito il dottorato all'estero nel campo della chimica farmaceutica. Attualmente vive nei Paesi Bassi, dove ricopre una posizione di ricerca per un'azienda biotecnologica specializzata nello sviluppo di nuovi farmaci antitumorali. La sua passione per la comunicazione scientifica è culminata nella creazione di "Sorelle Scienziette", un podcast che gestisce con la sorella Lucia per raccontare la scienza in modo leggero e spiritoso.

M. Chiara Levorato, Studiosa Senior dell'Università di Padova, fondatrice dell'associazione CLASTA, referente nazionale per la Consensus Conference sul Disturbo primario del linguaggio, redattrice della Newsletter della Casa delle Donne di Padova, collabora con riviste nazionali e internazionali come autrice e come *peer reviewer*.

Lucrezia Pedrali, insegnante di educazione linguistica nella scuola primaria per oltre 40 anni. Redattrice e autrice di numerosi articoli sulla rivista CEM e condirettrice del movimento CEM (Centro Educazione alla Mondialità). Nell'ambito della educazione interculturale ha realizzato numerose collaborazioni con Enti e Istituzioni varie (Università Cattolica, IPRASE Trentino, IRRE Liguria, Comune di Brescia ecc). Ha operato come volontaria e formatrice presso il Centro Promozione Affidi Familiari di Brescia.

Lorenzo Peruzzi è professore ordinario di Botanica sistematica presso l'Università di Pisa, dove è attualmente Direttore dell'Orto e Museo Botanico e Presidente del Sistema Museale di Ateneo. Svolge studi tassonomici e sistematici su piante vascolari, con particolare interesse verso le specie mediterranee e gli endemiti italiani. Si interessa inoltre della diversità floristica dell'Italia. È autore di numerose pubblicazioni scientifiche su riviste nazionali ed internazionali. È attualmente Presidente della Società Italiana di Biogeografia..

Malayka Picchi, laureata in conservazione e biodiversità animale e con un dottorato in agrobioscienze sul ruolo dei ragni in agricoltura. Attualmente è insegnante di Scienze nei Licei ed entomologa libera professionista. Si occupa di progetti di conservazione della biodiversità e stima del rischio di introduzione di insetti dannosi in Europa.

Eleonora Polo è laureata in Chimica e ha conseguito il dottorato in Scienze Chimiche. È ricercatrice presso il Centro Studi su Fotoreattività e Catalisi del CNR di Ferrara, ora sezione dell'Istituto per la Sintesi organica e la Fotoreattività (ISOF) del CNR di Bologna. È responsabile editoriale della rivista AIM Magazine, il periodico dell'Associazione Italiana di Scienza e Tecnologia delle macromolecole.

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 primo 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 con numerose riviste italiane e straniere, è presidente dell'associazione culturale "Louis Althusser" e dirige presso Mimesis le collane Althusseriana ed Epistemologia.

Valentina Vitali è appassionata di natura da sempre. Laureata presso UNIMORE in Scienze Naturali (triennale) e in Didattica e Comunicazione delle Scienze (magistrale) è guida ambientale escursionistica e si sta specializzando nella divulgazione scientifica e nella fotografia naturalistica.

Marco A.L. Zuffi, laureato in Scienze Naturali a Pavia con tesi su ecologia dei serpenti; nel 1998 ha vinto il concorso per Conservatore dei Musei delle scienze a Pisa, presso il Museo di Storia Naturale; dal 2003 è tecnico di elevata professionalità. Nel 2007 consegue il dottorato di ricerca in Biologia Evoluzionistica con tesi sul biacco (*Hierophis viridiflavus*). Nel 2012 e nel 2020 consegue l'Abilitazione Scientifica Nazionale come Professore Associato in Zoologia. Dal 2019 docente incaricato di Erpetologia per il dipartimento di Biologia (Laurea magistrale in Conservazione ed Evoluzione).

