

BI  SPHAERA



La voce
della biodiversità
soun**iversity**

CON IL SOSTEGNO DI

 **FONDAZIONE**
Cariverona

C'era una volta una città nel cuore dell'America dove tutta la vita sembrava scorrere in armonia con il paesaggio circostante. La città si stendeva al centro d'una scacchiera di operose fattorie, tra campi di grano e colline coltivate a frutteto dove, di primavera, le bianche nuvole dei rami in fiore spiccavano sul verde dei prati. D'autunno le querce, gli aceri e le betulle si vestivano di un fogliame rosseggiante che lampeggiava come fiamma tra le scure cupole dei pini. Era quello il tempo in cui le volpi ululavano sulle colline e i daini scorrazzavano silenziosi nella campagna, seminascosti dalla bruma del mattino.

Rachel Carson, *Primavera Silenziosa*

Soundiversity è un progetto che coinvolge e sensibilizza la comunità sul tema della biodiversità con un approccio comunicativo nuovo e sperimentale basato sull'analisi, la percezione, la comunicazione e il monitoraggio dei paesaggi sonori.

Questo libretto accompagna la mostra ideata e realizzata da Biosphaera s.c.s. in collaborazione con Verona FabLab, Fondazione AIDA, Fondazione A.R.C.A. e MegaHub - Cooperativa Samarcanda

Testi di: Claudia Ghiotto, Nicoletta Verdari, Paola Siligardi, Michele Ferretto, Francesco Busato, Andrea Sattin



LA BIODIVERSITÀ

La materia stessa della vita (E. Wilson)

La parola **biodiversità** è ormai entrata a far parte del vocabolario della quotidianità. Se ne sente parlare in tv, alla radio e sui giornali. Pochi sanno che questa parola prima del 1986 non esisteva nemmeno.

Citata in una conferenza e poi resa celebre da un libro (*Biodiversity*) fu coniata dall'entomologo e naturalista americano **Edward Wilson** che diede questa precisa definizione: *"La biodiversità è la varietà degli organismi viventi e la variabilità che esiste sia tra di essi sia tra i complessi ecologici in cui si trovano. Essa può essere definita come numero e frequenza relativa di oggetti diversi organizzati a molti livelli, dagli ecosistemi completi alle strutture chimiche che costituiscono la base dell'ereditarietà."*

In altre parole la biodiversità descrive i tanti livelli della vita, annidati a matricosa, dai piccoli geni nel DNA fino ai vastissimi ecosistemi e che si possono riassumere in tre livelli gerarchici:

- diversità a livello di **geni**;
- diversità a livello di **specie**;
- diversità a livello di **ecosistemi**.

Gli individui che appartengono alla stessa specie non sono tutti uguali, non hanno lo stesso DNA: anche piccole variazioni creano una variabilità sostanziale. Facciamo un esempio: il grado di differenza tra il tuo DNA e quello di una qualsiasi persona attorno a te è solo dello 0.01%: eppure, dall'esterno sembrate molto diversi!

La diversità a livello di specie è invece definita dal **numero di specie** presenti in un habitat o in una determinata area. Ci riferiamo ad una specie quando parliamo di un insieme di organismi simili, capaci di accoppiarsi tra loro e di dar luogo a prole fertile. Ognuna di queste specie, creata da migliaia di anni di accoppiamenti ed evoluzione, possiede un cocktail di geni e di caratteristiche uniche e complesse:

ogni volta che una specie si estingue il pianeta perde il patrimonio genetico che essa custodiva.

Il terzo livello di biodiversità è dato dall'insieme delle specie che costituiscono la **comunità** di una data area e dall'insieme delle caratteristiche **abiotiche**: umidità, latitudine, temperatura e salinità, ad esempio, influenzano la composizione della comunità, selezionando le specie adatte a vivere in una certa area. D'altra parte anche le comunità biologiche possono influenzare l'ambiente circostante. Pensiamo ai lombrichi: con il loro silenzioso lavoro hanno plasmato il suolo su cui poi altre specie si sono evolute. Il nostro paesaggio agricolo si è sviluppato grazie all'incessante lavoro di un'altra specie, all'apparenza semplice.

IL VALORE DI ESSERE COMPLESSI

Gli anticorpi al cambiamento

È facile, a volte, desiderare la scomparsa di specie fastidiose o dannose per gli esseri umani, come ad esempio le zanzare. In realtà è necessario considerare che i milioni di organismi che vivono sul pianeta, insieme agli ambienti con cui interagiscono e alle connessioni ecologiche che li legano, sono, direttamente o indirettamente, utili per il benessere della Terra e dell'uomo.

La visione antropocentrica è l'approccio più efficace per comprendere l'importanza della biodiversità, per via della nostra intrinseca propensione a valutare ogni evento in relazione a noi stessi. A riprova di ciò, nel 2005, sono state riconosciute per la prima volta le funzioni degli ecosistemi definite con il nome di **servizi ecosistemici**, ovvero i benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano, iniziando a quantificarne il valore da un punto di vista economico.

La biodiversità... ti salva la vita!

Tra Stati Uniti e Messico vive **una farfalla**, *Urania fulgens*, i cui bruchi si nutrono su piante del genere *Omphalea*. Quando la popolazione dei bruchi raggiunge livelli

elevati, le piante perdono le loro foglie e questa forte defoliazione incita la pianta a produrre tossine come difesa. Queste sostanze si sono rivelate efficaci strumenti nella lotta contro l'HIV. Questa storia particolare è solo uno delle migliaia di esempi di come le relazioni ecologiche complesse possano avere come risultato un prodotto utile al genere umano: è proprio questo il significato dei servizi ecosistemici.

Nella descrizione di tali servizi sono state definite **4 macro-categorie**: *supporto alla vita* (ciclo dei nutrienti, formazione del suolo e produzione primaria), *approvvigionamento* (produzione di cibo, acqua potabile, materiali o combustibile), *regolazione* (regolazione del clima e delle maree, depurazione dell'acqua, impollinazione e controllo delle infestazioni), *valori culturali* (fra cui quelli estetici, spirituali, educativi e ricreativi).

Biodiversità e resilienza: ecosistemi in salute

Al fine di garantire una continua fornitura dei servizi ecosistemici, è necessario **preservare le relazioni complesse** di cui si compongono gli ecosistemi stessi.

Ciò significa conservare la biodiversità, permettendo ai vari elementi di interagire e mantenere intatti i flussi di energia che li connettono.

Un sistema con un alto valore di biodiversità possiede in se stesso gli anticorpi per reagire agli organismi dannosi e per ripristinare il proprio equilibrio, per adattarsi ai cambiamenti e per essere **resiliente**. Gli ultimi rapporti ambientali confermano che affronteremo nel prossimo futuro un aumento e inasprimento delle condizioni climatiche: è per questo che la gestione degli ecosistemi non deve sottovalutare l'importanza della biodiversità come risposta alle problematiche future.

UNO, NESSUNO, CENTOMILA

Quanto sappiamo di non sapere

Nel 1758 Linneo (Carl Linnaeus) fu il primo a creare un sistema di classificazione degli organismi viventi, tuttora usato dai biologi di tutto il pianeta, chiamato **Systema Naturae**. Il suo obiettivo era descrivere tutte le specie vegetali e animali del mondo. Grazie all'aiuto dei suoi studenti, che viaggiarono in tutto il pianeta, Linneo riuscì a identificare e classificare ben 20.000 specie.

Per classificare tutte le specie esistenti c'è ancora molto lavoro da fare, ma in quasi 300 anni il sogno di Linneo ha raggiunto 1.900.000 specie (nel 2009 per essere precisi). Da allora, fino ad oggi, sono state scoperte più di 18.000 specie: **sono più di 50 specie al giorno, 2 all'ora!**

Fino ad ora abbiamo esplorato solo il **5% dei fondali marini**: anche solo questo dato ci permette di comprendere quanto ci è ancora sconosciuto e quante specie potenzialmente ci sono ancora da scoprire e da catalogare.

Ad oggi si ipotizza che sul pianeta Terra esistano **8/9 milioni di specie**: è un dato molto approssimativo, sostenuto da una serie di calcoli e assunzioni (come ad esempio il tasso di descrizione di nuove specie da parte dei naturalisti) basato su un altro dato altrettanto incerto: il numero di specie conosciute e descritte dalla scienza. Poiché non esiste una lista standardizzata e riconosciuta a livello mondiale, secondo le migliori stime, tale numero risulta essere pari a circa 2 milioni. Tra le specie conosciute fino ad oggi, 370.000 sono piante, 6.500 mammiferi, 11.000 uccelli, 11.500 rettili, 8.000 anfibi, 36.000 pesci, 1 milione insetti e 500.000 appartengono ad altri gruppi tassonomici.

Essere consapevoli di quanto non sappiamo è il primo passo. Il secondo è ampliare la conoscenza e acquisire la consapevolezza dell'importanza della varietà delle specie che abitano il pianeta.

LO STIVALE ITALIANO

Il più vario d'Europa

L'Italia è estremamente ricca di biodiversità: ha il più alto numero e la più alta densità di specie animali e vegetali all'interno dell'Unione Europea, nonché un alto tasso di endemismo (cioè di specie presenti soltanto all'interno di un certo territorio) nonostante sia decima per estensione del territorio (300.000 km²). Questa ricca biodiversità è in gran parte dovuta alla gamma di regioni biogeografiche, la regione alpina, la regione continentale e la regione mediterranea, che presentano differenze di clima, topografia e geologia.

Si stima che l'Italia includa **oltre 58.000 specie faunistiche**, di cui circa il 98% costituito da Invertebrati e il rimanente da circa 1300 specie di Vertebrati. Studi recenti su alcuni gruppi di insetti suggeriscono che il numero di specie animali, che fanno parte della fauna italiana, dovrebbe essere aumentato di almeno il 15%, portando il numero di specie segnalate in Italia a oltre 65.000. Ci sono oltre 6.700 specie di piante vascolari, più di 1.000 specie registrate di briofite e circa 20.000 specie di funghi conosciute, inclusi oltre 2.300 taxa di licheni. **Ogni anno in Italia vengono pubblicate almeno 20 nuove specie.**

Il paese ha **un'alta incidenza di specie endemiche**, con circa il 30% delle specie animali e il 15% delle specie di piante vascolari. La Sicilia e la Sardegna sono particolarmente importanti in questo senso: la loro flora autoctona rappresenta l'11% di tutta la flora italiana, e più del 15% di essa è endemica.

Tra le 20 regioni che compongono l'Italia **il Veneto è una delle più ricche di piante vascolari** e ospita una flora esclusiva e rara, con un panorama floristico originale e unico in tutta la nazione. Sul suolo veneto si possono trovare circa 3.300 specie di piante vascolari, di cui 53 specie endemiche, 86 specie protette e 336 specie esotiche naturalizzate. Inoltre, in Veneto si possono trovare 441 specie di uccelli, 96 specie di mammiferi, 14 di anfibi, 22 di rettili, 147 di pesci.

5 ESTINZIONI

Ovvero, normale amministrazione

Che sensazione proveresti se incontrassi uno dei più grandi carnivori mai esistiti sulla Terra? Il T. rex, vissuto durante il Cretaceo nell'attuale Nord America, è tra le specie di dinosauri scomparsi nella Grande estinzione di massa del Cretaceo-Paleocene, il quinto e probabilmente il più noto degli eventi di questo tipo.

Per più di 3,5 miliardi di anni gli organismi viventi, infatti, prosperarono e si diffusero diversificandosi, andando ad occupare ogni ambiente sulla Terra. Il rovescio della medaglia di questa esplosione di nuove specie è che anche le estinzioni hanno sempre fatto parte del ciclo della vita.

Con il termine *estinzione di massa*, solitamente, si definisce una perdita di circa tre quarti di tutte le specie esistenti in un "breve" periodo di tempo geologico.

Tardo Ordoviciano ~ 440 MA - 85% di specie estinte

La prima estinzione di massa sulla Terra è avvenuta in un periodo in cui organismi come coralli, brachiopodi e trilobiti riempivano le acque poco profonde del mondo. Un periodo di glaciazione su scala planetaria seguito da un rapido periodo di riscaldamento fecero variare le temperature delle acque e probabilmente causarono la scomparsa di gran parte degli organismi.

Tardo Devoniano ~ 365 MA - 75% di specie estinte

Spesso definita "l'età dei pesci", il periodo devoniano vide la comparsa e l'estinzione di molte specie marine. Sebbene a questo punto gli animali avessero iniziato ad occupare la terraferma, gli oceani ospitavano ancora la maggior parte degli esseri viventi. Questo periodo fu caratterizzato da un'elevata variazione del livello del mare e da condizioni di riscaldamento e raffreddamento globali in rapida alternanza. Le cause di questa estinzione, che sembra essere diluita in tempi molto lunghi, non sono ancora chiare.

Permiano-Triassico ~ 253 MA - 96% di specie marine e 70% terrestri estinte

La terza fu sicuramente l'estinzione di massa più catastrofica di tutti i tempi. Causò la scomparsa di circa il 90% di tutte le specie del pianeta e decimò rettili, insetti e anfibi. Alcune delle cause ipotizzate includono l'impatto di un asteroide, l'aumento della tossicità oceanica, causata da un aumento della CO2 atmosferica e la carenza di ossigeno nelle profondità oceaniche a seguito di periodi di intensa attività vulcanica.

Triassico-Giurassico ~ 201 milioni di anni fa - 80% di specie estinte

Cinquanta milioni di anni dopo la grande estinzione del Permiano, circa l'80% delle specie mondiali si estinse nuovamente durante l'evento del Triassico. L'evento è stato probabilmente causato da rilasci di grandi quantità di metano dal fondo degli oceani, che avrebbe causato elevate concentrazioni di CO2 nell'atmosfera, aumentando la temperatura globale.

Cretaceo-Paleocene ~ 66 milioni di anni fa - 75% di specie estinte

L'ultimo e probabilmente il più noto degli eventi di estinzione di massa si è verificato durante il periodo Cretaceo, quando si stima che i tre quarti di tutte le specie si estinse, compresi i dinosauri non aviani. La causa più probabile dell'estinzione di massa del Cretaceo è stata l'impatto con un asteroide, avvenuto nello Yucatán del Messico moderno e testimoniato dalla presenza di un cratere. L'asteroide, che avrebbe colpito la Terra alla velocità stimata di 30 km/s, avrebbe avuto un diametro di almeno 10 km.

LA SESTA ESTINZIONE

Quello che non torna

Se è vero che l'estinzione è un evento naturale (una specie vive in media circa un milione di anni) ciò che allarma è che oggi la biodiversità si riduce a **un ritmo da 100 a 1000 volte maggiore**. Siamo di fronte a una vera e propria "sesta estinzione", più

grave persino di quella che ha portato alla scomparsa dei dinosauri. E questa volta non è colpa di un meteorite: la causa siamo noi.

Habitat in via di estinzione

La principale minaccia per la biodiversità è il **degrado degli habitat naturali**, che vengono distrutti e frammentati per rispondere alle esigenze economiche e sociali dell'uomo. Ogni anno, milioni di ettari di foresta tropicale vengono abbattuti per fare posto a coltivazioni di palma da olio, canna da zucchero e soia, mentre in tutto il mondo il prelievo di piante e animali e la costruzione di centri abitati, industrie e infrastrutture modificano profondamente il territorio. Secondo la FAO, negli ultimi dieci anni sono stati distrutti in media 13 milioni di ettari di foreste all'anno, soprattutto nei Paesi tropicali.

Il pianeta sta cambiando

L'inquinamento altera i cicli vitali delle specie che vengono colpite dagli scarichi delle industrie e da alcune delle sostanze utilizzate in agricoltura, come i pesticidi, i diserbanti e gli insetticidi. Anche i cambiamenti climatici concorrono a questo squilibrio, modificando la distribuzione delle specie sul pianeta in conseguenza delle mutate condizioni dei loro habitat. Al momento, l'alterazione del clima non è al primo posto tra le minacce alla biodiversità, ma probabilmente eguaglierà o supererà gli altri fattori nei prossimi decenni, mettendo a rischio di estinzione un quinto delle specie selvatiche conosciute entro la fine del secolo.

E tu che ci fai qui?

Le specie che vengono trasportate in aree geografiche diverse da quelle originarie - le cosiddette **specie alloctone** - peggiorano la situazione: mettono in difficoltà gli organismi locali sottraendo risorse, diffondendo nuove malattie e in alcuni casi attuando una predazione che sbilancia gli equilibri **ecosistemici**. L'uomo, infine, incide direttamente sulle specie animali con azioni di **caccia e pesca eccessive** per ottenere non solo carne commestibile, ma anche altri prodotti con valore commerciale, come pelle, corna, tessuti e organi.

Tutti questi fattori incidono intensamente sulla perdita di biodiversità. Dal 1500 ad oggi si è estinto l'1,4% dei mammiferi e degli uccelli: la perdita maggiore è avvenuta dal 1875 in poi, a partire dall'era industriale.

QUANTO STIAMO PERDENDO

Estinzioni in rosso

Una delle principali autorità di riferimento per il monitoraggio dello stato della biodiversità a livello mondiale è la International Union for Conservation of Nature (IUCN) che, dal 1964, pubblica la **Lista Rossa delle Specie Minacciate**, il più completo inventario degli organismi a rischio di estinzione. Si tratta di uno strumento fondamentale per conoscere quali specie si trovano nelle situazioni più critiche: ognuna, infatti, è inserita in una categoria che corrisponde al suo stato di conservazione, da *minor preoccupazione* fino a *estinta*. Ad oggi, IUCN ha valutato più di 147.500 specie, che non corrispondono certo a tutte quelle conosciute, ma la copertura aumenta di anno in anno.

Attualmente, secondo le liste rosse IUCN, **più di 40.000 specie nel mondo sono minacciate di estinzione** (equivalenti al 28% di tutte le specie conosciute).

Il gruppo più a rischio sono gli anfibi (il 41% delle specie conosciute è in pericolo) seguiti da mammiferi (26%) rettili (21%) e uccelli (13%). Anche le piante non se la passano bene: il 34% delle conifere e ben il 63% delle palme sono a repentaglio.

La Lista Rossa dei Vertebrati Italiani del 2022 riporta che, delle 672 specie valutate, 6 si sono estinte nel nostro Paese in tempi recenti: si tratta di tre specie di pesci (storione, storione ladano, gobbo rugginoso) due uccelli (gru, quaglia tridattila) e un mammifero (Rinolofa di Blasius, un pipistrello). Ventinove specie sono considerate *in pericolo critico*, 49 sono *in pericolo* e 83 sono *vulnerabili*. Le specie in calo sono circa il doppio di quelle in aumento, con una maggiore instabilità negli habitat marini. Le aree più minacciate sono le **zone umide**, che vedono il 40% delle specie che le abitano in pericolo di estinzione.

Anche un'analisi svolta dal WWF rileva una particolare vulnerabilità delle zone umide: quasi il 90% di questi habitat è andato perso dal 1700 a oggi. L'indagine riporta una **diminuzione globale media del 68%** tra il 1970 e il 2016 delle popolazioni monitorate di mammiferi, uccelli, anfibi, rettili e pesci. Non si tratta, qui, di estinzioni di singole specie, ma dello status generale delle popolazioni selvatiche.

ASCOLTARE LA NATURA

Che cos'è la bioacustica?

Conoscere a fondo gli ecosistemi e i loro abitanti è fondamentale per gestire e tutelare il patrimonio naturale. Ci aiuta la bioacustica, che studia i suoni prodotti e percepiti dal regno animale, il loro significato e le loro funzioni.

Origliare specie nascoste

I segnali acustici emessi dagli animali possono svelarci molto sulla loro **ecologia** e sul loro **comportamento**. I richiami permettono di compiere osservazioni precise e discrete anche a grandi distanze: caratteristiche utili quando si studiano specie difficili da esaminare visivamente. Molti uccelli, ad esempio, si mimetizzano, si allontanano alla vista dell'uomo o si trovano in ambienti protetti difficili da raggiungere; i loro canti, però, si possono udire a lunghe distanze. Lo stesso vale per gli animali molto piccoli, come gli insetti o gli anfibi. A vivere nascoste sono anche le specie rare minacciate di estinzione, molto importanti da documentare per conoscerle e tutelare.

Ogni specie ha la sua voce

Un'applicazione diffusa della bioacustica è il suo utilizzo nella **tassonomia**, la classificazione dei viventi. Nuove specie sono state scoperte grazie ai loro richiami, che le distinguono tra loro. È stato scoperto che molte specie nordamericane di insetti ortotteri (grilli e cavallette) sono in realtà formate da insiemi di specie simili, distinguibili solo per il canto. Molti animali possiedono canzoni d'amore uniche:

rane, pesci e alcuni mammiferi come il cervo e il lupo sfoderano richiami caratteristici durante la stagione riproduttiva, rivelando la loro presenza non solo al partner, ma anche agli scienziati in ascolto.

Quando i suoni cambiano

La bioacustica permette anche di monitorare gli effetti del **cambiamento climatico**, che muta anche l'aspetto sonoro degli ecosistemi. Ad esempio, l'acidificazione degli oceani riduce l'assorbimento sonoro dell'acqua, aumentando il rumore di fondo e mettendo in difficoltà la comunicazione e l'orientamento dei mammiferi marini. I segnali acustici che i pipistrelli usano per orientarsi sono influenzati dalle condizioni di umidità, e quindi dall'andamento delle precipitazioni.

I ferri del mestiere

Per ottenere tutte queste informazioni, servono gli strumenti giusti. Il primo è alla portata di tutti: **l'orecchio umano**. Ma ci sono dettagli che non siamo in grado di cogliere da soli: ci viene allora in aiuto la tecnologia. Microfoni, registratori e software specifici convertono i suoni in segnali elettrici e ci permettono di riprodurli, amplificarli e persino... vederli!

Uno **spettrogramma** - cioè la rappresentazione visiva di un suono, con la frequenza e l'ampiezza delle sue onde nel tempo - ci rivela caratteristiche che non riusciamo a percepire: ultrasuoni, infrasuoni, ma anche variazioni troppo rapide per essere colte.

SIRINGI, TIMBALLI E TEGMINE

Come gli animali producono suoni

Il suono è un' **onda** generata dal movimento di particelle che oscillano attraverso un mezzo elastico, come l'aria. Esistono suoni di ogni tipo e gli esseri viventi usano tanti metodi diversi per produrli.

La voce degli animali

La nostra voce, come quella degli altri mammiferi, è generata da un organo a tubo che si trova all'apice della trachea: la **laringe**. Al suo interno sono presenti le corde vocali, membrane che producono vibrazioni sonore quando vengono colpite dall'aria che esce dai polmoni.

Nella trachea degli uccelli, vicino ai rami dei bronchi, si trova invece la **siringe**, un organo formato da cartilagini e membrane che modula le vibrazioni sonore prodotte dall'aria nella trachea. La siringe è assente negli avvoltoi delle Americhe, che si limitano a grugnire e sibilare, mentre è molto complessa negli uccelli canori: alcuni possono persino controllare separatamente la parte destra e quella sinistra, cantando con due voci contemporaneamente!

Rumori di ogni tipo

Laringe e siringe, che sfruttano l'apparato respiratorio, generano suoni detti vocali. Molti animali, invece, producono suoni meccanici, utilizzando parti del corpo e dell'ambiente. È il caso dei **gorilla di montagna**, che si percuotono il petto per dimostrare potenza, o dei mammiferi marini che sbattono la coda sull'acqua per segnalare un pericolo. Molti pesci producono suoni sfregando le ossa o i denti, talvolta usando la vescica natatoria come cassa di risonanza.

Alcuni animali possiedono strutture specifiche per produrre suoni meccanici. Un esempio è la punta della coda del **serpente a sonagli**, composta da segmenti di materiale corneo che sbattono tra loro quando viene agitata.

I **capodogli** invece possiedono due palloni pieni d'aria sotto la narice: spostando l'aria dall'uno all'altro, fanno aprire e chiudere una membrana che produce suoni ticchettanti.

Alcuni uccelli producono suoni con il volo: il maschio di **succiacapre** ad esempio compie spettacolari evoluzioni aeree per conquistare la propria compagna, che terminano con spettacolari *applausi* originati dal battito delle ali.

Ali di tuono

Ma i veri esperti nella produzione di suoni meccanici sono gli invertebrati. **Grilli e cavallette** sfregano tra loro strutture presenti sulle **tegmene**, le rigide ali anteriori; chi possiede invece organi speciali alla base dell'addome sono le **cicale**: si chiamano **timballi** e sono formati da membrane che, contraendosi, producono il suono più forte tra gli insetti: una specie australiana supera i 100 decibel, equivalenti al rombo di un tuono: talmente forte che le stesse cicale inibiscono il proprio apparato uditivo per non rimanere assordate!

TANTO RUMORE PER...

Perché gli animali emettono suoni?

I suoni, nel mondo animale, servono per comunicare, orientarsi e percepire l'ambiente circostante. Ogni specie ha evoluto segnali acustici legati all'ambiente in cui vive e ai suoni naturali che lo caratterizzano, con abilità uniche e sorprendenti.¹

Lasciarsi guidare dalle orecchie

Alcune specie sfruttano le onde sonore per muoversi in luoghi in cui la vista è poco utile: un sistema chiamato **ecolocazione** che sfrutta l'eco prodotta dai suoni per ricavare informazioni sulla posizione, la forma, il movimento e persino la consistenza degli ostacoli che incontrano. **Pipistrelli** e **delfini** usano gli **ultrasuoni**, con frequenze alte che permettono di intercettare anche oggetti molto piccoli; le balene, invece, si affidano alle frequenze più basse, che sono meno precise ma viaggiano più lontano.

Messaggi complessi

La comunicazione sonora è vantaggiosa rispetto ad altre strategie: i suoni si propagano velocemente in ogni direzione e possono raggiungere grandi distanze, creando infiniti messaggi con poca energia. Sono utilizzati in numerosi contesti sociali, dalla riproduzione - scelta e attrazione del partner, accoppiamento e cura

dei piccoli - ai contesti competitivi in cui è necessario delimitare e difendere un territorio.

Le risposte agli stimoli che suscitano vocalizzazioni possono essere molto specializzate. I suricati, ad esempio, non solo emettono richiami di allarme alla presenza di un predatore, ma differenziano tra mammiferi, uccelli o serpenti: ognuno corrisponde a un segnale diverso poiché ognuno necessita di una strategia di difesa diversa.

Primati vocali

Nell'uomo, il linguaggio e la cooperazione si sono evoluti di pari passo, ma pare che questa associazione sia nata molto prima di noi, ai tempi dell'antenato che abbiamo in comune con gli **scimpanzé**. Questi primati cacciano in gruppo e, prima di iniziare, chi intende partecipare emette una serie di latrati: chi percepisce il segnale può così valutare se unirsi, dal momento che più individui partecipano, più i rischi individuali si riducono. I latrati portano dunque a una maggiore partecipazione e una maggiore velocità nell'iniziare e nel portare a termine la caccia.

I suoni animali ci attirano anche per la loro bellezza. I primi a venirci in mente sono sicuramente i gorgheggi degli uccelli canori, ma non tutti sanno che esiste un primate... cantante! Si tratta dell'**indri**, un lemure del Madagascar che emette ululati udibili a chilometri di distanza per difendere il territorio e per aumentare la coesione del gruppo. Gli indri, infatti, riescono a sincronizzarsi, emettendo cori modulati e caratteristici. Un vero e proprio coro!

SENTI COME CANTO

Le vocalizzazioni degli uccelli

Gli uccelli producono una stupefacente varietà di vocalizzazioni che possiamo suddividere in due categorie generali: **canti** e **richiami**.

Il canto è certo tra le più belle vocalizzazioni che un animale può produrre, ed è per

questo che attira più di altre la nostra attenzione ed è da sempre stato oggetto di interesse di poeti e musicisti. Consiste tipicamente in una serie di **frasi** o **note** che vanno a costituire un **repertorio**: a seconda della specie, gli uccelli compongono il canto a partire da una varietà di suoni diversi che possono essere fissi o riarrangiati dall'individuo, per creare nuove versioni a ogni interpretazione. L'ampiezza dei repertori di canti può variare da uno a centinaia, come nell'**usignolo**, l'uccello canoro per eccellenza.

Nella maggior parte dei gruppi la produzione di canti e richiami è innata ma è altrettanto nota l'influenza dell'apprendimento in tre gruppi: nel canto degli oscini e dei colibrì e nei richiami dei Pappagalli. Gli Oscini sono i cosiddetti uccelli canori e producono i canti più belli e complessi di tutto il regno animale. Un esempio di apprendista a vita è lo **storno**, in grado di memorizzare e riprodurre nuovi canti, in qualsiasi momento della sua vita.

Negli uccelli canori le femmine sono attratte dal canto del maschio che viene considerato come un indicatore di qualità: solo i maschi migliori possono produrre i canti più vigorosi e complessi. Il fatto che il canto raggiunga grande distanza lo rende inoltre un segnale efficace per la difesa del territorio: indica infatti che il proprietario presente è pronto a combattere e ciò può bastare a convincere l'estraneo a cercare risorse altrove, come succede ad esempio nel Pettiroso.

Diversamente dai canti, i richiami vengono prodotti da tutti gli uccelli, svolgono funzioni diverse e si differenziano dai canti perché tendono a essere più brevi e meno complessi. Specie come i **fringuelli** possiedono un repertorio ben definito di richiami contenente 8 tipologie usate tutto l'anno da entrambi i sessi.

Spesso nei nostri giardini possiamo udire richiami che segnalano una minaccia: i cosiddetti **richiami di allarme**, che superano i confini di specie.

Possiamo così imparare a distinguere i **richiami che segnalano predatori** in volo (SIIT) i richiami di **mobbing** per predatori terrestri o appollaiati e i richiami di **angoscia**, provenienti da individui attaccati o catturati dal predatore. I richiami di

mobbing, in genere brevi 'chip', inducono gli altri uccelli a molestare il predatore e in alcuni casi, come nella **cincia**, comunicano informazioni complesse come la grandezza, la vicinanza, la tipologia e quindi la pericolosità del predatore.

Altri tipi di richiami sono: i **segnali di supplica**, utilizzati dai pulli per attirare l'attenzione dei genitori e segnalare il bisogno di cibo; i **richiami di contatto**, utilizzati dagli uccelli in stormo o in piccoli gruppi, allo scopo di coordinare i movimenti e mantenersi in comunicazione (codibugnolo); i **richiami alimentari** effettuati durante la ricerca di cibo per segnalarne la presenza ai compagni (passera europea).

IL CONCERTO DELLA NATURA

L'ecologia acustica

I suoni che la natura produce non sono solo piacevoli da ascoltare, ma possono anche fornire informazioni sui processi e sulle dinamiche che avvengono all'interno degli ecosistemi.

L'**ecologia acustica** è la scienza che studia le componenti sonore di un ambiente e le relazioni che le legano, compresi i rumori prodotti dagli esseri viventi, quelli generati dall'ambiente fisico e la componente di origine umana, sempre più presente e spesso invasiva. Mentre la bioacustica si focalizza sui richiami emessi dalle singole specie, l'ecologia acustica indaga in modo scientifico l'intero paesaggio sonoro per valutare parametri utili a ottenere dati importanti per lo studio dell'ecologia.

Gli esseri viventi adattano il proprio comportamento all'ambiente in cui vivono, inclusa l'emissione di suoni: ogni specie, nel tempo, si è adattata alle caratteristiche acustiche peculiari del proprio habitat, unendo la propria voce a quella degli altri organismi con l'obiettivo di propagarla il più lontano possibile.

Il silenzio del cambiamento

Il **cambiamento climatico** influisce sulle scelte comportamentali di alcune specie: certi uccelli e pipistrelli, per esempio, emettono segnali con lunghezze d'onda più lunghe - e quindi più gravi all'udito - per contrastare l'assorbimento sonoro che aumenta con l'umidità dell'aria.

La perdita di biodiversità è rilevabile anche in senso quantitativo. Nel 1968, per ottenere un'ora di paesaggio sonoro incontaminato negli Stati Uniti, erano necessarie almeno dieci o quindici ore di registrazione. All'epoca, il 45% delle antiche foreste vergini era ancora intatto. Trent'anni dopo, nel 1999, quando solo il 2% delle foreste era rimasto incontaminato, la proporzione era già scesa a 2.000:1.

Non smettiamo di ascoltare

L'ecologia acustica, che ci consente di rilevare le perdite che il nostro patrimonio naturale ha subito per mano dell'uomo, è anche uno strumento attraverso il quale conoscere e proteggere meglio la ricchezza che ancora abbiamo a disposizione. Nel 2014 è nata la **International Society of Ecoacoustics**, un riferimento per scienziati, tecnici e politici che promuove un approccio scientifico allo studio dell'ecologia acustica per supportare i programmi di ricerca e i processi decisionali futuri. Le metodologie di questa scienza permettono di raccogliere simultaneamente un gran numero di dati diversi su lunghi periodi, analizzando non solo la ricchezza di specie in un luogo, ma anche processi, come migrazioni, estinzioni ed altro.

APRIAMO LE ORECCHIE

I paesaggi sonori

L'ambiente che ci circonda è permeato di suoni: il vento tra le fronde, il traffico, le voci. Tutto ciò che sentiamo forma il cosiddetto **paesaggio sonoro**, un termine usato per la prima volta nel 1969 dal pianificatore urbanistico Southworth che lo utilizzò per riferirsi alle proprietà acustiche che le persone associano ai luoghi a loro

cari. Fu però **Murray Schafer** a formalizzare il termine, descrivendo con esso tutte le caratteristiche uditive di un'area che ne riflettono i processi naturali. Schafer, compositore e ambientalista, nel suo libro *The tuning of the world* (1977) analizzò l'inquinamento sonoro provocato dall'uomo e dalla sua mancanza di consapevolezza nei confronti del paesaggio sonoro nel quale è immerso.

Il concetto di paesaggio sonoro si è sviluppato nel corso del tempo, arrivando ad ottenere una valenza scientifica nell'analisi degli ecosistemi e delle dinamiche al loro interno. **Bernie Krause**, musicista e studioso, coniò tre termini che suddividono i suoni di un certo ambiente in tre categorie:

- **biofonia**: comprende i suoni generati dagli esseri viventi che abitano un dato spazio, come i cinguettii degli uccelli, il gracidio delle rane, il bramoto dei cervi;
- **geofonia**: è generata da elementi non viventi che fanno parte del paesaggio naturale, come il vento, la pioggia o lo scorrere di un fiume;
- **antropofonia**: include tutti i suoni generati dall'uomo in un certo ambiente, da quelli fisiologici come la voce, a quelli incidentali come il suono dei passi o il fruscio dei vestiti, fino ai rumori elettromeccanici o quelli controllati, come la musica.

Tutte queste componenti si sovrappongono, si intrecciano e talvolta si influenzano a vicenda per formare un paesaggio sonoro caratteristico di ogni luogo.

Alcuni dei paesaggi sonori che possiamo ascoltare oggi potrebbero diventare i fossili di domani: combinazioni uniche di suoni destinati a scomparire per sempre con riflessi non solo sulla perdita di biodiversità, ma anche sulla nostra salute.

Diverse ricerche hanno dimostrato come la componente antropofonica possa avere effetti significativi sulla **salute fisica**, sulle **abilità cognitive** e sul **benessere psicofisico** delle persone. L'integrità dei paesaggi sonori naturali è indispensabile per noi quanto l'aria pura, l'acqua pulita e il suolo incontaminato: un valore fondamentale per il nostro benessere, da proteggere e conservare.

COSA STIAMO FACENDO

Dall'Europa ai movimenti civili

L'impegno della società moderna in tema di ambiente naturale, conservazione degli habitat e sostenibilità, ha inizio nel 1992, anno in cui si è svolta la **Conferenza di Rio**: il primo summit mondiale dedicato all'ambiente, nel quale i capi di stato si sono confrontati su risorse, modelli di sviluppo, cambiamento climatico e molto altro.

Dal 1992 le strategie e le scelte europee sono state implementate e sviluppate, in particolare con l'istituzione della **Rete Natura 2000**, che ad oggi rappresenta il più grande network conservazionistico, con un enorme mosaico di grandi e piccole aree istituite allo scopo di salvaguardare habitat e specie. Su questa base si muove la nuova Strategia Europea per la biodiversità.

Nell'ambito di tale strategia le principali azioni da realizzare, entro il 2030, sono:

- la protezione di almeno il 30% della superficie terrestre e marina dell'UE;
- il ripristino degli ecosistemi degradati in tutta l'UE;
- lo stanziamento di 20 miliardi di euro l'anno per la protezione e la promozione della biodiversità, tramite i fondi dell'UE e finanziamenti nazionali e privati.

FORESTE AFRICANE

Una cerniera di 8000 chilometri

Per cercare di rallentare e ridurre il problema della desertificazione che preoccupa tutto il mondo ormai da decenni, nel 1952 il biologo inglese Richard St. Barbe Baker ha dato il via al progetto **The Great Green Wall**, La Grande Muraglia Verde.

E' un progetto che vede coinvolti undici Paesi africani e che dovrebbe riconvertire circa cento milioni di deserto in terreni coltivabili. Se l'idea nasce negli anni '50, purtroppo si sa, la concretizzazione dei sogni inizia molto dopo: i lavori sono iniziati solo nel 2007, 55 anni dopo e la conclusione è prevista entro il 2030.

La fine di questo progetto, fondamentale per l'agricoltura, l'economia e il miglioramento della vita di milioni di persone, è lontana. Questa "cerniera" di foreste che parte dal Senegal e arriva fino all'Oceano Indiano dovrebbe raggiungere una lunghezza di ben ottomila chilometri e una larghezza di quindici, ma il progetto sta riscontrando non pochi rallentamenti. Il piano prevede la conclusione di questo ambizioso progetto entro il 2030, il limite temporale fissato dall'**Agenda ONU 2030** per lo sviluppo sostenibile.

LOTTIAMO PER IL FUTURO

La comunità in movimento

Tra i numerosi movimenti che, negli ultimi anni, si stanno impegnando per ampliare il proprio raggio di influenza, soprattutto tra i giovani, i più conosciuti e attivi sono certamente **Fridays For Future** ed **Extinction Rebellion**.

Extinction Rebellion è un movimento apartitico internazionale, nato nel 2018, che utilizza l'azione non violenta per convincere le nazioni a intervenire sull'emergenza climatica ed ecologica. Fridays For Future è un movimento di protesta iniziato da **Greta Thunberg** con gli scioperi davanti al Parlamento Svedese contro le istituzioni e il disinteresse verso le tematiche ambientali. La sua lotta contro il riscaldamento globale non è mai finita, perché sente il dovere di agire e comunicare al mondo intero che "la crisi climatica è la più grande crisi che l'umanità si sia trovata ad affrontare, e se non facciamo niente ora, siamo rovinati".

Greta è un simbolo che ha ispirato milioni di giovani a scendere in piazza perché "non si è mai troppo piccoli per fare la differenza". Per entrambi i movimenti la soluzione è agire ora, attraverso un completo cambio di rotta da parte delle istituzioni, le quali negli ultimi anni hanno attuato delle leggi e dei patti a livello mondiale, per contrastare il **cambiamento climatico**.

Le questioni critiche poste dai movimenti sono le stesse: la perdita di biodiversità e il cambiamento climatico, che hanno conseguenze disastrose senza precedenti,

non solo sugli essere umani, ma su ogni essere vivente ed ecosistema del pianeta.

L'atteggiamento di molti riguardo queste criticità, che riguardano tutti noi, è quello di ritenerle un problema che si può affrontare "più tardi" essendo carente la consapevolezza che sarebbe necessario prevenire, finché si è "ancora in tempo". Molti sono gli sforzi compiuti dalle Nazioni di tutto il mondo, dalle associazioni, dai movimenti e dalla comunità scientifica, ma ciò che non sta cambiando - e che farebbe veramente la differenza - è il nostro stile di vita.

L'IMPRONTA PESANTE DELL'HOMO SAPIENS

Overshoot day

"La chiave per salvare metà del pianeta è l'impronta ecologica, definita come la quantità di spazio necessaria per soddisfare tutte le necessità di una persona media. Comprende la terra usata per l'abitazione, l'acqua dolce, la produzione e distribuzione di cibo, il trasporto personale, la comunicazione, l'amministrazione e altre funzioni pubbliche, l'assistenza sanitaria, la sepoltura, il divertimento".

Ogni anno **Global Footprint Network** calcola quanto ogni essere umano consumi in media e quanto sia grande l'impatto sul pianeta, considerando lo stile di vita di ognuno. Quando osserviamo i dati che ne escono risulta chiaro agli occhi di tutti che stiamo vivendo a ritmi insostenibili per il nostro pianeta. Da anni si parla dell'**Overshoot day**, che è la data nella quale il mondo esaurisce tutte le risorse che la Terra è in grado di rigenerare nell'arco di un anno solare; si basa sulla biocapacità terrestre globale, la "riserva biologica" che permette all'ecosistema di rigenerare le risorse e di assorbire il carbonio emesso. Nel 2022 l'Overshoot day è stato il 28 luglio: se al mondo esistessero solo i Paesi ricchi e industrializzati, avremmo bisogno di cinque pianeti per sostenere i consumi quotidiani. E in Italia com'è la situazione? L'Overshoot day in Italia nel 2022 è stato il 15 maggio!

GREEN DEAL

La Terra ha la febbre

L'essere umano ha una temperatura corporea intorno ai 36,5°C e appena superiamo i 37,5°C iniziamo a stare male, abbiamo la febbre. La temperatura media globale attuale è tra 0,94 e 1,03°C più alta rispetto alla media di fine '800. Gli scienziati stimano che un aumento di due gradi centigradi rispetto ai livelli preindustriali possa avere conseguenze pericolose sia sul clima che sull'ambiente; è un dato di fatto: la Terra ha la febbre, e come noi, sta soffrendo.

Il Green Deal è la risposta dell'UE alla crisi climatica che stiamo affrontando. Nel mese di novembre del 2019 il Parlamento Europeo ha dichiarato l'emergenza climatica chiedendo alla Commissione Europea di adeguare tutte le sue proposte, in linea con l'obiettivo di non superare la soglia di 1.5°C di aumento delle temperature medie rispetto ai livelli preindustriali, per limitare il riscaldamento globale e garantire una significativa riduzione delle emissioni di gas serra. La Commissione ha quindi lanciato l'**European Green Deal**, una tabella di marcia per far diventare l'Europa un "continente climaticamente neutro" entro il 2050, cioè per portare a zero le emissioni di gas serra.

GREENWASHING

Quando parole e azioni vanno in due... direzioni

L'idea di **piantare alberi** (non uno, moltissimi alberi!) così come la figura del pastore solitario di Jean Giono, ha una forza comunicativa molto forte e molto facile da trasmettere e comprendere. Ma dove? Quali alberi?

Se è indiscutibile il ruolo fondamentale del mondo vegetale negli equilibri ecosistemici e climatici della Terra, è anche vero che l'Europa (che conta una superficie forestale complessiva grande 7 volte la superficie dell'Italia) è una delle poche regioni in controtendenza, con un aumento costante negli ultimi 25 anni, e

un tasso di incremento di circa 403 milioni di metri cubi all'anno.

A volte è difficile capire quanto un'azienda o un'organizzazione sia realmente ecologica o se si tratti solo di una facciata pubblicitaria per attirare i clienti.

Il concetto di **Greenwashing** non è nuovo: è una bugia che centinaia di aziende raccontano ai consumatori per distogliere l'attenzione dall'impatto negativo che provocano all'ambiente. Dall'altro lato ci siamo noi consumatori che, con i nostri acquisti, rischiamo di perpetuare questo fenomeno dannoso: non sembra, ma noi cittadini abbiamo un grosso peso sulle aziende, le nostre scelte possono cambiare l'economia e le scelte del mercato. Quindi come fare a disincentivare questo fenomeno? Informiamoci consapevolmente del prodotto che abbiamo davanti prima di comprarlo, analizziamo bene le aziende, prendiamoci del tempo per verificare che i processi lavorativi siano ecosostenibili.

HALF EARTH

Salvare il 50% del pianeta...e oltre

Half Earth Project è una chiamata urgente per proteggere la metà delle terre e dei mari per invertire il ritmo di estinzione e assicurare una salute duratura al pianeta. Le specie di tutto il mondo si stanno estinguendo ad un tasso di velocità 1000 volte superiore rispetto al tasso di estinzione naturale (IUCN Red List). Ma perché proprio metà della Terra? L'ago che fa pendere la bilancia tra la vita e la morte delle specie è la quantità di habitat adatto alla loro sopravvivenza. Quando si elimina, per esempio, il 90 per cento della superficie di un habitat, il numero di specie presenti si riduce all'incirca del 50%. Questa è la condizione reale di molte tra le località più ricche di specie di tutto il mondo, tra cui il Madagascar, il perimetro del Mediterraneo, parti dell'Asia continentale sudoccidentale e molte isole delle Filippine e delle Indie occidentali. Se venisse eliminato anche solo il 10 per cento degli habitat naturali restanti scomparirebbero tutte o quasi le specie residenti sopravvissute. D'altro canto, se si proteggesse metà della superficie terrestre, le specie protette

salirebbero all'85% .

Ci sono molti dati incoraggianti che indicano quanto la superficie delle zone protette sia aumentata in questi ultimi dieci anni: secondo alcune stime il 42% delle aree attualmente protette sono state istituite negli ultimi dieci anni. A maggio del 2021, il **WDPA** (World Database on Protected Areas) e **WDOECM** (Other Effective Area-Based Conservation Measures) indicano che almeno 22.5 milioni di km² (16.64%) delle terre e dei mari interni e 28.1 milioni di km² (7,74%) di zone costiere e oceani sono aree protette .

Per quanto questi numeri siano in aumento, la copertura non è ancora sufficiente. La quantità in termini di superficie, infatti, non è la sola variabile da considerare quando si parla di salvaguardia del pianeta e degli esseri viventi che vi abitano. Si stima che solo nel 18,29% delle zone protette siano state effettuate verifiche di gestione.

Solo il 7,84% della superficie terrestre, inoltre, gode contemporaneamente di protezione e connessione tra le diverse aree, caratteristiche cruciali per la possibilità delle specie presenti di transitare da una all'altra e mantenere in equilibrio gli ecosistemi.

LA RIVOLUZIONE PARTE DAL GIARDINO

Gatti e campanelli

Numerosi studi hanno dimostrato come il **gatto domestico** possa avere un forte impatto su numerose specie di uccelli e di mammiferi, sia attraverso la predazione diretta degli animali, sia riducendone la fertilità a causa dello stress: sì, proprio il caro micio di casa (si stima ci siano nel mondo da 600 milioni ad un miliardo di gatti) rappresenta un vero e proprio killer di biodiversità locale!

Ma per salvare uccelli, lucertole e piccoli mammiferi del giardino, basta un piccolo gesto: dotare i nostri amici con i baffi, di un **collare con campanello**, in grado di

ridurre la capacità di predazione e salvare numerose vite (una stima americana parla di cifre tra i 1.4 e i 3.7 miliardi di uccelli e tra i 6.9 e i 20.7 miliardi di mammiferi uccisi, all'anno, dai gatti nei soli Stati Uniti).

PRATO ALL'INGLESE O...

Biodiversità all'italiana?

Il giardino di casa, piccolo o grande che sia, rappresenta il luogo principe sul quale ciascuno di noi può agire con grande autonomia di intervento, creando, nel contempo, un grande impatto positivo sulla biodiversità: dal **taglio selettivo** del manto erboso per favorire i piccoli invertebrati del suolo (lasciando crescere naturalmente isole d'erbe selvatiche) alla **scelta consapevole delle specie** da coltivare (come le specie vegetali locali o in grado di fornire cibo, riparo o attrattiva per farfalle, bombi, o api selvatiche) fino all'**installazione di nidi per uccelli**, le nostre scelte fanno la differenza tra il creare un giardino utile (per gli animali) o un giardino vuoto e sterile (anche se bello...forse).

CONOSCERE PER PROTEGGERE

Il primo passo

Sono davvero molte le azioni concrete che possono aiutare la biodiversità di casa nostra, ma alla base di tutte le nostre azioni, la **consapevolezza** e la **conoscenza** del patrimonio naturale che vive e si muove intorno a noi rimane in ogni caso la molla in grado di spingere ciascuno ad agire e ad adoperarsi per la sua cura e salvaguardia: 'osservare, dare un nome, classificare o fotografare tutto quello che sta intorno a noi e che quasi sempre ignoriamo, diventano vere e proprie azioni di conservazione, oltre che di arricchimento e conoscenza.

BIBLIOGRAFIA

- Edward O. Wilson, 2016 .Metà della Terra, salvare il futuro della vita, Codice Edizioni Le Scienze, Paperback, 230 pp.
- Convention on Biological Diversity, <https://www.cbd.int/countries/profile/?country=it>
- Bartolucci, F., Galasso, G., Peruzzi, L., & Conti, F. (2021). Report 2020 on plant biodiversity in Italy: native and alien vascular flora. *Natural History Sciences*, 8(1), 41-54.
- L. Reg. n° 53/74 (norme per la tutela di alcune specie della fauna inferiore e della flora)
- <https://www.ebnitalia.it/lists/veneto.htm>
- Bon M. (a cura di), 2017. Nuovo Atlante dei Mammiferi del Veneto. WBA Monog. 4, VR: 169-171.
- FAO (2020) Global Forest Resources Assessment.
- Sito isprambiente.gov.it: <https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/biodiversita/le-domande-piu-frequenti-sulla-biodiversita>
- www.iucnredlist.org (i dati si riferiscono a settembre 2022)
- WWF (2020) Living Planet Report 2020 - Bending the curve of biodiversity loss. Almond, R.E.A., Grooten M. and Petersen, T. (Eds). WWF, Gland, Switzerland.
- Pijanowski, Bryan & Farina, Almo & Gage, Stuart & Dumyahn, Sarah & Krause, Bernie. (2011). What is soundscape ecology? An introduction and overview of an emerging new science. *Landscape Ecology*. 26. 1213-1232. 10.1007/s10980-011-9600-8.
- Krause, Bernie. (2008). Anatomy of the Soundscape: Evolving Perspectives. *Journal of the Audio Engineering Society*. Audio Engineering Society. 56. 73 - 80.
- Pijanowski, Bryan & Villanueva-Rivera, Luis & Dumyahn, Sarah & Farina, Almo & Krause, Bernie & Napoletano, Brian & Gage, Stuart & Pieretti, Nadia. (2011). Soundscape Ecology: The Science of Sound in the Landscape. *BioScience*. 61. 10.1525/bio.2011.61.3.6.
- Pavan, G (2015) Bioacustica e ecologia acustica, in ACUSTICA, Fondamenti e Applicazioni (ed. R Spagnolo), UTET Università, Torino, pp.803-828.
- Krause, Bernie. (2016). Using ecoacoustic methods to survey the impacts of climate change on biodiversity. *Biological Conservation*. 195 (2016). 245-254. 10.1016/j.biocon.2016.01.013.
- Krause, Bernie. (1999). Loss of natural soundscapes within the Americas. *Journal of The Acoustical Society of America - J ACOUST SOC AMER*. 106. 10.1121/1.427468.
- M. K. Obrist, G. Pavan, J. Sueur, K. Riede, D. Llusia, R. Márquez. (2010). Bioacoustics approaches in biodiversity inventories. *Abc Taxa*. 8. 68-99.

- W. Penar, A. Magiera, C. Clocek. (2020). Applications of bioacoustics in animal technology. *Ecological Complexity* Volume 43, August 2020, 100847.
- Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/sound-production>
- Liz Langley. (2017). Animal sounds: how elephants trumpet, whales click, and cicadas chirp. National Geographic
- Cicada - Superfamily Cicadoidea. Australian Museum. <https://australian.museum/learn/animals/insects/cicadas-superfamily-cicadoidea/>
- G. Pavan, R. Righini. (2017). Bioacustica e ecoacustica per lo studio e la conservazione della biodiversità. Associazione Italiana di Acustica, 44° Convegno Naz. Pavia, 7-9 giugno 2017.
- R. M. Seyfarth, D. L. Cheney. (2003). Signalers and receivers in animal communication. *Annual Review of Psychology* 2003 54:1, 145-173.
- Mine, J. G., Slocombe, K. E., Willems, E. P., Gilby, I. C., Yu, M., Thompson, M. E., Muller, M. N., Wrangham, R. W., Townsend, S. W., & Machanda, Z. P. (2022). Vocal signals facilitate cooperative hunting in wild chimpanzees. *Science Advances*, 8(30 July).
- M. Gamba, V. Torti, V. Estienne, R. M. Randrianarison, D. Valente, P. Rovara, G. Bonadonna, O. Friard, C. Giacoma. (2016). The Indris have got rhythm! Timing and pitch variation of a primate song examined between sexes and age classes. *Front. Neurosci.*, 14, June 2016 Sec. Auditory Cognitive Neuroscience Volume 10 - 2016
- Methorst, J.; Rehdanz, K.; Mueller, T.; Hansjürgens, B.; Bonn, A.; Böhning-Gaese, K. The importance of species diversity for human well-being in Europe. *Ecol. Econ.* 2021,181, 106917.
- Ballentine B., Hyman J., 2021. *Il linguaggio degli uccelli*, Ricca ed. Roma, 192 pp.
- "The Great Green Wall: Implementation status & way ahead to 2030". UNCCD. 7 Sept. 2020.
- <https://www.half-earthproject.org>
- Protected Planet Report 2020 <https://livereport.protectedplanet.net/>
- V. Hermoso, S.B. Carvalho, S. Giakoumi, D. Goldsborough, S. Katsanevakis, S. Leontiou, V., Markantonatou, B. Rumes, I.N. Vogiatzakis, K.L. Yates (2022). The EU Biodiversity Strategy for 2030: Opportunities and challenges on the path towards biodiversity recovery. *Environmental Science & Policy*.
- Castañeda, I., Bellard, C., Jari,ć, I., Pisanu, B., Chapuis, J. L., and Bonnaud, E. (2018). Trophic patterns and home-range size of two generalist urban carnivores: a review. *J. Zool.* 307, 79-82.
- Loss, S., Will, T. & Marra, P. The impact of free-ranging domestic cats on wildlife of the United States. *Nat Commun* 4, 1396 (2013). <https://doi.org/10.1038/ncomms2380>
- FOREST EUROPE, 2020: State of Europe's Forests 2020.

BIOSPHAERA

Knowledge makes difference

Costruire conoscenza, condividere esperienze e sviluppare legami per promuovere la sostenibilità ambientale e la valorizzazione del patrimonio culturale: la nostra mission ci guida nella realizzazione di servizi educativi, comunicativi e tecnici dedicati al territorio e alla comunità.

- Scuola, educazione e didattica
- Progettazione territoriale
- Biblioteche e archivi
- Mostre e musei
- Turismo sostenibile
- Eventi culturali
- Sviluppo digitale
- Grafica e comunicazione

Biosphaera ha sede nelle provincie di VICENZA, VERONA, PADOVA

Sede legale

via Schio 4

36036 Torrebelvicino (VI)

04451716489 - info@biosphaera.it



“Ciascuna specie è una meraviglia da osservare, una storia lunga e brillante da interpretare, un esemplare emerso ai nostri tempi dopo una lunga lotta di migliaia o milioni di anni, il meglio del meglio, un esperto specialista nella nicchia dell’ambiente naturale in cui vive”

Edward Wilson, *Metà della terra*

UN PROGETTO DI

BI  SPHAERA

www.biosphaera.it

IN COLLABORAZIONE CON



VERONA
FABLAB



fondazione
AIDA ets



MEGA
HUB

CON IL SOSTEGNO DI

FONDAZIONE
Cariverona