
Il fallimento dell'istruzione e della divulgazione scientifica (con possibili rimedi)

Ferdinando Boero

Fondazione Dohrn della Stazione Zoologica Anton Dohrn

La nostra è una specie animale che impara e abbiamo sviluppato un sistema di istruzione istuzionalizzato: la scuola. Dato che la scuola non basta a fornire le conoscenze necessarie, e dato che queste evolvono, ad essa abbiamo affiancato la divulgazione, non rivolta soltanto ai giovani ma a tutto il pubblico: un continuo aggiornamento delle conoscenze, per formare cittadini consapevoli.

Per quel che riguarda la scienza, le carenze formative e divulgative sono enormi. Quando mi accorsi che gli studenti del primo anno di scienze biologiche e di scienze ambientali non conoscevano la differenza tra escrezione ed eliminazione, feci un esperimento nella prima lezione di ogni corso universitario che ho insegnato. Mi è capitato spesso di essere la prima persona che incontravano all'università, dopo tredici anni di formazione preuniversitaria.

Senza dir nulla, scrivevo sulla lavagna PIPÌ POPÒ e poi chiedevo: chi sa dirmi come si forma la pipì e come si forma la popò? Per spiegare meglio dicevo: avete visto la pubblicità dell'acqua che fa fare tanta plin plin? Tutti l'avevano vista.

Bene, che strada fa l'acqua all'interno del nostro corpo per diventare pipì? Chi pensa di saperlo alzi la mano. In più di vent'anni nessuno ha alzato la mano. Sapere come si forma la pipì significa sapere come funziona l'insieme del nostro corpo. Tutti avevano le informazioni per rispondere, ma non erano in grado di trasformarle in conoscenza. La risposta implica la conoscenza dell'apparato digerente, e poi di quello circolatorio, respiratorio, del metabolismo cellulare e dell'apparato escretore. Ogni argomento è trattato nei corsi preuniversitari, ma uno alla volta. Per rispondere alla domanda della pipì bisogna saperli mettere assieme: è qui che avviene il passaggio dall'informazione alla conoscenza. La cosa grave è che nessuno si era mai posto la domanda, con l'illusione di conoscere una risposta che non era, invece, alla portata della loro formazione.

Posi la stessa domanda a Piero Angela, prima della registrazione di una puntata di Superquark, e lui confessò di non sapere la risposta. Anche se aveva curato un programma intitolato "viaggio nel corpo umano". Bene: non sappiamo come funziona il nostro corpo.

Se chiedo “quali sono gli animali più importanti del mondo?”, e “quali sono le piante più importanti del mondo?”, a nessuno vengono in mente i copepodi e le diatomee. La superficie del pianeta è coperta per il 71% dall’oceano globale. In realtà l’oceano non è una superficie, è un volume, e costituisce più del 90% dello spazio abitato dalla vita. Se parliamo di organismi più importanti nel garantire il funzionamento degli ecosistemi planetari li dobbiamo cercare in mare. E la risposta, lo ripeto, è: copepodi e diatomee. La stragrande maggioranza della popolazione non lo sa. Bene: non sappiamo come funziona il mondo vivente, di cui siamo parte e senza il quale non possiamo vivere.

Non sapere come funzioniamo noi e come funziona il mondo non è male come lacuna culturale. Queste dovrebbero essere le basi su cui costruire il resto delle conoscenze. E quindi: ci mancano le basi. Interviste estemporanee ai colleghi della facoltà di scienze mi fecero capire che, a parte i biologi, i colleghi non conoscevano le risposte. Alla richiesta di valutare il grado di preparazione degli studenti, dopo la prima lezione, non potevo che rispondere che il livello di conoscenza è sottozero e che bisogna ricominciare da capo.



Figura 1: Edificio del museo Darwin-Dohrn nella Villa Comunale di Napoli con scheletro di balenottera. (Foto di F. Boero.)

Una volta una ragazza alzò la mano e spiegò così il funzionamento del nostro corpo:

“... abbiamo due apparati digerenti, uno per i liquidi e uno per i solidi; quel che beviamo va in quello dei liquidi e il prodotto di scarto è la pipì, mentre quel che mangiamo va in quello dei solidi, e

da lì deriva la popò; se qualcosa ci va per traverso, allora quel che abbiamo ingerito ha preso la strada sbagliata. ”

Tutti ridevano ma nessuno sapeva rispondere. La ragazza, ovviamente, era la più in gamba, la più portata per la scienza. Secondo Faber e Proops [1] la scienza si fonda su tre fasi: la prima è l’identificazione dell’ignoranza, la seconda è la formulazione di ipotesi per ridurla; la terza è la verifica delle ipotesi. La ragazza aveva capito di non sapere, aveva identificato l’ignoranza, e aveva formulato un’ipotesi che, ovviamente, non avrebbe retto al vaglio, e quindi avrebbe dovuto formularne un’altra. Ma se non sai di non sapere, non diminuirai mai la tua ignoranza.

La strategia OHHHH

I sistemi formativi, per definizione, sono noiosi. Il motivo è semplice: sono fondati su astrazioni che i discenti devono apprendere restando immobili nei banchi o piegati sui libri, una sorta di alienazione dal mondo esterno che li circonda, e che vorrebbero conoscere. Edward Wilson ha coniato la parola **biofilia** per dare un nome alla naturale propensione dei giovani umani verso il mondo vivente. Ha anche scritto un libro tradotto in Italiano [2]. La biofilia, invece di essere assecondata, viene estirpata dalle giovani menti, per essere sostituita con astrazioni che poco hanno a che fare con il mondo reale. La divulgazione cerca di essere più accattivante e, di solito, si incentra sulla natura, soprattutto gli animali.

I musei di storia naturale, una evoluzione delle camere delle meraviglie del XVI e XVII secolo, sono in gran parte dedicati agli animali, prima mostrati imbalsamati all’interno di armadi, poi inseriti in ricostruzioni dei loro habitat naturali. I musei di storia naturale di Londra, Parigi, New York, Washington, Chicago, Berlino, Vienna, Leiden sono musei nazionali, e sono magnifici. Quale è il museo nazionale di storia naturale nel nostro paese? Inutile che ci pensiate: non c’è. E questo la dice lunga sulla nostra cultura della natura.

Nei musei, però, si tende a meravigliare il pubblico, a fargli fare OHHHH. Lo stesso avviene



Figura 2: La vetrina delle reliquie dove sono esposti i preparati in liquido realizzati dai conservatori della Stazione Zoologica. Inserita nella vetrina si ammira la ricostruzione dello studio di Salvatore Lo Bianco, maestro di conservazione degli animali marini. (Foto di F. Boero)

negli acquari e nei giardini zoologici. La natura, poi, ci entra in casa con la documentaristica televisiva. Anche in questo caso, però, la prima finalità è l'intrattenimento legato a meraviglia. Si mostrano animali carismatici come leoni, balene, tigri, delfini, tartarughe; oppure habitat esotici, come le formazioni coralline e le foreste tropicali. In tutti i casi si mostrano animali e habitat con la finalità di destare la meraviglia a cui accennavo prima: OHHH.

Se però si chiede quali siano gli animali e le piante più importanti... la risposta non arriva. Qualcuno dice le api, ma la porzione terrestre della biosfera è poca cosa, rispetto al 90% dello spazio abitato dalla vita (l'oceano), e non ci sono insetti in mare!

Migliaia di ore di documentari e imponenti edifici e strutture dedicati alla natura, e nessuno sa quali sono gli animali e le piante più importanti per il funzionamento degli ecosistemi planetari. E, come per la pipì, la cosa più grave è che nessuno è conscio di non sapere cose di un'importanza così pervasiva, sentendosi al sicuro del proprio striminzito bagaglio di conoscenza. Una cono-

scenza che non comprende il funzionamento del proprio corpo e degli ecosistemi che ci permettono di vivere. Bazzecole, pinzillacchere. Vuoi mettere i teoremi con dimostrazione e le poesie da imparare a memoria? Non fraintendetemi, ora. Non dico che non sia necessario conoscere teoremi e poesie, dico solo che forse è necessario anche conoscere il nostro corpo e gli ecosistemi.

Il museo Darwin-Dohrn

Per rispondere a domande riguardanti la struttura, il funzionamento e l'evoluzione degli ecosistemi marini (vale la pena ripetere: più del 90% dello spazio abitato dalla vita) mi sono divertito, assieme a tre giovani colleghi, a progettare un museo diverso da ogni altro.

Un museo dove gli OHHH di meraviglia portano agli AHHH di consapevolezza. Il Museo si chiama Darwin-Dohrn ed è a Napoli, accanto alla Stazione Zoologica di Napoli e al suo Acquario che, nel 2024, compie 150 anni. Il Museo, attraverso un percorso espositivo sequenziale, porta il visitatore a farsi domande e, poi, a tro-

vare risposte (AHHH) con diversi momenti di meraviglia (OHHH).

Non ve lo spiego

Sadicamente, in questo articolo non spiego come si forma la pipì e perché copepodi e diatomee sono gli animali e le piante più importanti del mondo, e non spiego neppure la logica espositiva del Museo Darwin Dohrn. Il riconoscimento della propria ignoranza, se l'ignoranza c'è, deve innescare la voglia di conoscere ed è il primo passo verso una cultura che comprenda le cose più importanti. Se fate parte della sparuta schiera di chi "lo sa già", spero che avrete voglia di divulgare meglio le vostre conoscenze, perché la maggior parte della popolazione "non lo sa". I lettori di questo articolo che verranno a visitare il Museo Darwin-Dohrn sono caldamente consigliati di prenotare una visita guidata e, magari, di cercarmi. Se presente, adoro mostrare il "mio" museo, ma le guide della Fondazione Dohrn sono preparatissime e sono in grado di spiegare tutto quello che potrei spiegare io.

La cosa incredibile è che tutti i visitatori si divertono moltissimo ad apprendere queste cose e quindi mi chiedo: come mai i programmi di intrattenimento naturalistico (e i musei, e gli zoo e gli acquari) non le spiegano? Per i documentari la risposta è semplice: i documentaristi sono bravissimi tecnicamente, sanno perfettamente COME divulgare, ma non sanno COSA divulgare e si fermano alle cose più ovvie e appariscenti. I curatori di musei, zoo e acquari magari fanno il necessario ma, di solito, sono abbagliati dalla loro specifica area di interesse scientifico e non la collegano con il resto di quel che compone il mondo naturale, soffermandosi su dettagli e perdendo di vista l'insieme, le interazioni.

Riduzionismo e olistico

La scienza adotta da sempre l'approccio riduzionistico: la complessità viene ridotta e se ne analizzano porzioni, considerando come ininfluente il resto. Ogni specialista, quindi, conosce a menadito il proprio argomento ma ignora gli altri o, comunque, non li conosce così approfonditamente come conosce il suo tema specifico di ricerca.

Dato che il tutto è più della somma delle parti, l'analisi riduzionista deve poi portare ad una sintesi olistica dove le parti interagiscono a formare un tutto. Dagli apparati del nostro corpo, alle componenti di biodiversità ed ecosistemi.

I sistemi di formazione e divulgazione sono eminentemente riduzionisti, ma per capire veramente il mondo è necessaria la transizione dal riduzionismo all'olismo. Ecologia e biologia evolutiva sono quanto di più olistico ci sia, nella scienza. Identificano le parti in modo riduzionistico e poi le fanno interagire in modo olistico.

Charles Darwin è il fondatore della teoria dell'ecologia e dell'evoluzione, una delle più solide teorie scientifiche mai formulate. Anton Dohrn fondò la Stazione Zoologica che oggi porta il suo nome proprio per confermare empiricamente, sperimentalmente e anche con formulazioni matematiche le teorie darwiniane, attraverso lo studio del mondo marino che vive nel golfo di Napoli. E quindi il museo non può non portare i loro nomi.

Appendice: come funziona il mondo biologico

Prima ho scritto "non ve lo spiego": ci ho ripensato. Lo spiego in modo molto sintetico, utilizzando uno schema grafico, realizzato con la solita maestria da Alberto Gennari.

La superficie del pianeta è coperta per il 70% dall'oceano che però non è una superficie: è un volume! Più del 90% dello spazio abitato dagli esseri viventi è costituito dalla colonna d'acqua. La terra è un'eccezione. Il volume oceanico è la regola. È l'oceano a far funzionare il mondo biologico. La Figura 3 mostra uno schema del funzionamento dell'ecosistema marino.

(In alto a destra.) Il paesaggio marino è dominato dai carnivori. Lo squalo mangia il tonno, che mangia lo sgombro, che mangia la sardina. Sono tutti carnivori, dove sono gli erbivori? Dov'è l'erba?

(In alto a sinistra.) Le alghe e le piante marine vivono nella zona illuminata del mare, lungo la costa, e sono mangiate dagli erbivori, ma

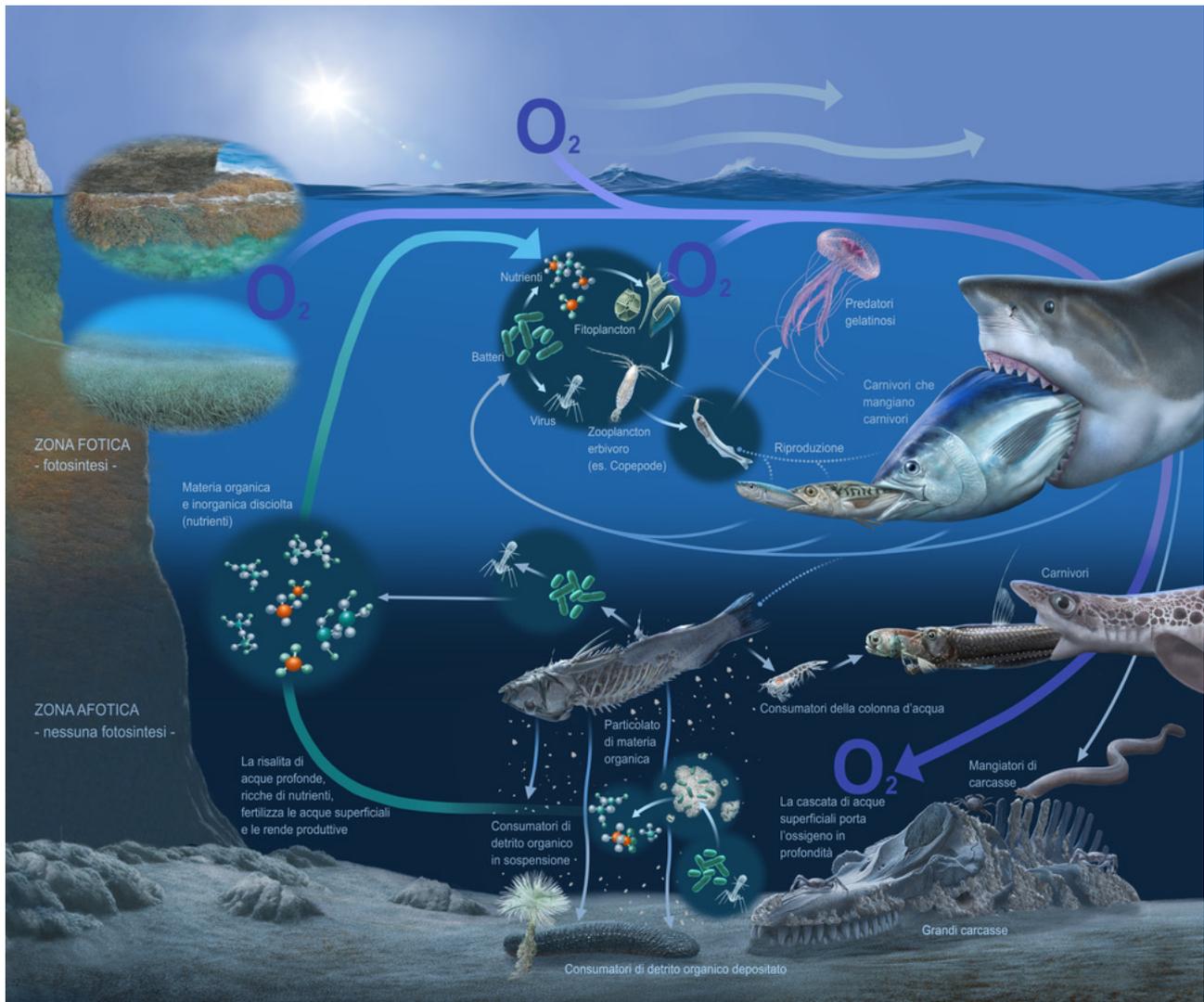


Figura 3: Schema di funzionamento dell'ecosistema marino. (Il progetto grafico è di Ferdinando Boero la realizzazione di Alberto Gennari. La tavola è esposta al museo Darwin-Dohrn.)

il loro contatto con la vastità del volume oceanico è minimo.

(In alto al centro.) I pesci iniziano la loro vita come minuscole uova che diventano embrioni, poi larve, e poi stadi giovanili. Nella prima parte della loro vita mangiano piccoli crostacei planctonici i copepodi: gli erbivori sono loro, e mangiano le alghe unicellulari microscopiche che formano il fitoplancton: l'erba! Tutti gli organismi muoiono, sono decomposti dai batteri. a loro volta risorsa per i virus, e dall decomposizione si formano i nutrienti che sosterranno il fitoplancton. L'ossigeno prodotto in superficie viene portato in profondità dalle correnti discendenti. Gli ecosistemi funzionano grazie ai microbi!

(In basso al centro.) Gli organismi della zona illuminata muoiono e precipitano nel buio verso il fondo marino. Sono aggrediti dai batteri

che li decompongono in sostanza organica particolata: la neve marina. Questa viene mangiata dai sospensivori, come i crostacei che vivono in profondità e la fauna che vive sul fondo, come anellidi e cetrioli di mare.

(In basso a destra.) Gli organismi che mangiano detriti prendono il posto degli erbivori e sostengono una rete alimentare di carnivori. Le grandi carcasse scendono sul fondo marino e diventano isole di cibo per moltitudini di mangiatori di cadaveri. Gran parte dello spazio abitato dagli esseri viventi è al buio. Le correnti discendenti che portano l'ossigeno in profondità generano delle correnti ascendenti che portano in superficie i nutrienti che sosterranno il fitoplancton.

Una descrizione più accurata della Figura 3 si trova nel video della Referenza [3].



- [1] M. Faber, J. Proops: *Evolution, Time, Production and the Environment.*, Springer, Berlin (1993).
- [2] E. O. Wilson: *Biofilia*, Feltrinelli, Milano (2021).
- [3] <https://www.ilfattoquotidiano.it/2023/10/28/breve-spiegazioncina-su-come-funziona-il-mondo-lo-sapevate-tranquilli-nessuno-lo-sa/7334392/>



Ferdinando Boero: è nato a Genova nel 1951. Ha iniziato la carriera universitaria presso l'Università di Genova, dove è stato ricercatore dal 1981 al 1987. Dal 1987 al 1993 è stato professore associato all'Università di Lecce, e professore ordinario dal 1993 al 2018 presso l'Università del Salento, per poi passare all'Università di Napoli Federico II. In pensione dal 2021. Attualmente è *chair* alla Stazione Zoologica Anton Dohrn e presidente della Fondazione Dohrn. Si occupa di biodiversità marina e funzionamento degli ecosistemi, museologia scientifica, filosofia della scienza. Ha partecipato alla redazione di documenti di indirizzo per la Commissione Europea, il G7, la FAO, il Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica, l'Accademia Pontificia delle Scienze. Ha contribuito alla ideazione del volume *Generazione Oceano*, un episodio delle avventure di Topolino. Vicepresidente di Marevivo. Medaglia per l'Oceanografia dell'Institut Océanographique de Paris. Medaglia per le scienze fisiche e naturali dell'Accademia Nazionale delle Scienze o dei XL. Tridente d'oro.