SOTTO LA SOGLIA DELLE TENEBRE

UN VIAGGIO DI STRAORDINARIO FASCINO NELLE PROFONDITÀ MARINE. QUI VIVONO BRANCHI DI PREDATORI INTELLIGENTI, CAPACI DI CREARE UNA FORMA DI LUMINESCENZA PROPRIA DOVE NON ARRIVA LA LUCE DEL SOLE.

di **Matilde Perrino**

L'AUTRICE

Edith Widder, oceanografa e biologa marina americana, è co-fondatrice della Ocean Research & Conservation Association, gruppo no-profit per la conservazione degli oceani. Ha ricevuto numerosi premi per le sue esplorazioni delle profondità marine e le sue ricerche sono state presentate alla BBC, PBS, Discovery Channel, National Geographic e in tre TED Talk di successo.

Tra i diversi incontri nelle profondità oceaniche descritti nell'avventuroso saggio di Edith Widder, uno in particolare credo lasci il segno. Si tratta di una scena di caccia in cui un centinaio di *calamari di Humboldt* cerca di approfittare, tra lampi e bagliori stroboscopici, di un denso strato di pesci lanterna. La particolarità di questa scena sta tutta nei giochi di luce, che si svolgono in un ambiente completamente privo di illuminazione solare. Ovunque si guardi, è possibile ammirare questi grandi predatori pelagici intenti ad affilare le otto braccia, pronti ad allungarle per afferrare la preda, che finisce per essere mangiata o, se graziata, per sgusciare via. Nel corso di tutta l'azione, dalla fase iniziale della preparazione fino al pasto, il corpo del calamaro si colora velocemente di rosso e di bianco, in un vorticoso e caotico scenario da battaglie stellari. Perché tutti quei colori in un ambiente in cui è impossibile vederli?

Sappiamo che i *calamari di Humboldt* (nome scientifico *Dosidicus gigas*) sono una specie gregaria, anche definita sociale per il fatto di cacciare in gruppo e esibire comportamenti antipredatori, nonostante alcuni casi di cannibalismo. Sappiamo anche che molti cefalopodi dispongono di una complessa pigmentazione ad opera di cromatofori, la quale viene utilizzata per veicolare complessi segnali visivi. Tuttavia, la scarsa quantità di ossigeno e l'assenza completa di luce a più di 300 metri di profondità rendono improbabile questo tipo di comunicazione. Se l'ambiente è il mezzo attraverso cui i messaggi sono inviati, questo avrà naturalmente un effetto sul segnale e sulla sua percezione. Contro ogni

ipotesi scettica, questi incredibili predatori hanno sviluppato dei fotofori sottocutanei, che permettono all'animale di illuminare in punti strategici la pigmentazione sottostante, in modo da mandare segnali luminosi ai conspecifici ed evitare scontri in ambienti densi di predatori. Insomma, come scrive l'autrice, una vera e propria conversazione luminosa tra cannibali!

UN'ECOLOGIA VIVA

Ma ciò che più colpisce di questa complessa sfida comunicativa è che specifici *pattern* di pigmentazione sembrano avere valore semantico in relazione a dei contesti sociali e possono essere combinati insieme mostrando così segno di discretezza. Uno studio, infatti, ha mostrato come alcuni di questi stati (come una divisione bilaterale tra rosso e bianco) possano essere considerati dei significanti, ovvero segnali aventi uno specifico significato, come l'intenzione di catturare una preda. Altri, invece, più brevi e localizzati (per esempio una macchia scura tra i due occhi),, sono simili a dei modificatori, usati in maniera composizionale tra un significante e l'altro per denotare particolari come il tipo o la posizione di una preda.

L'idea che abbiamo degli animali delle profondità oceaniche è di esseri solitari, spesso mostruosamente brutti (la rana pescatrice), oppure di giganti leggendari (la balena bianca che tormenta il capitano Achab). In questo caso, invece, siamo di fronte a degli affascinanti predatori, sociali e intelligenti, che comunicano usando la luce.

Sotto la soglia delle tenebre è un'immersione nell'ecologia visiva di uno degli ambienti più bui e ostili alla vista. Non solo alla nostra, di vista, in questo caso, ma a quella di tutti gli organismi che lo abitano. A partire dal Cambriano (540 milioni di anni fa) nel regno animale si è fatta strada la predazione e con essa gli organi sensoriali utili per sfuggirvi, come per esempio gli occhi. L'esplosione di vita durante quel periodo determinò una densità di predatori sempre maggiore: contro di loro, il mare aperto ha offerto un buon nascondiglio. La sfida, anche a quelle profondità, è rimasta riuscire a vedere senza essere visti. Questo probabilmente ha favorito lo sviluppo di una maggiore sensibilità visiva, grazie per esempio a occhi più grandi, ma anche di una serie di trucchi per sopravvivere, potendosi assicurare cibo e riproduzione sessuale. Uno di questi è la migrazione mesopelagica, il fenomeno per il quale ogni giorno migliaia di animali risalgono la colonna d'acqua allo sparire del sole per cibarsi nel mare più superficiale e ricco di cibo. Un altro è la controilluminazione, la capacità di mascherare la propria sagoma ai predatori sottostanti, riproducendo il campo luminoso occupato. E ancora: lo sviluppo di segnali luminosi intra-specifici per riconoscere e attrarre partner sessuali. La bioluminescenza, infatti, ha consentito a moltissime specie di coesistere al buio facendosi luce da soli.

La luce di cui parla la bioluminescenza, però, non è calda e può essere liquida: una descrizione che probabilmente sembrerà incongruente a molti. Eppure, leggendo il libro si impara che si tratta di un processo molto più simile a quello della vostra bocca, che sbrilluccica dopo aver masticato una caramella Polo in una stanza buia, rispetto a quello che fa scintillare le onde del mare sotto il sole di agosto. Ogni tipo di luce è causata da uno spostamento di elettroni, solo che questo può avvenire in diversi modi, ad esempio per energia termica oppure grazie una reazione chimica, come nel caso della bioluminescenza.

Con la curiosità e lo stupore di un bambino, qualsiasi lettore, sfogliando le pagine del saggio dell'oceanografa Edith Widder, si scopre complice di un'avventura scientifica mozzafiato. Il carattere autobiografico dà infatti profondità al testo, arricchendolo con gli aneddoti personali e i problemi che hanno dolcemente accompagnato una vita. Non mancano neanche elementi fiabeschi, come il lago sottomarino, o quelli investigativi: perché un polpo dovrebbe sparare inchiostro se è già nascosto dal buio?

Soprattutto, il saggio di Widder sa fornire le domande giuste per orientarsi tra fenomeni nuovi ai nostri sensi. Chiunque abbia fatto esperienza di immersioni subacquee, per esempio, sa che alla profondità di 20 metri è impossibile distinguere il rosso dal verde, ma ragionare sui complessi fenomeni della luce può far capire a tutti perché il mare è blu.

Il mondo percettivo (*Umwelt*) degli animali è determinato da sistemi sensoriali da essi sviluppati nel corso dell'evoluzione per adattarsi all'ambiente che abitano. Se, da un lato, potrebbe riuscire normale dare la propria struttura ontologica per scontata, dall'altro la ricchezza del libro in questione è proprio quella di

rendere evidente questa ricchezza e costringere il lettore a cambiare prospettiva. Per esempio, nel momento in cui ragioniamo su segnali visivi e comportamenti guidati visivamente, è molto importante tenere in considerazione le capacità di chi riceve il segnale, che potrebbero essere diverse da chi lo produce. Un caso è quello dei gamberi pulitori, caratterizzati da colori sgargianti che loro stessi non possono vedere, ma che probabilmente servono ai pesci loro clienti con visione tri e tetracromatica. Il libro di Widder, in questo senso, si colloca in una tradizione che, da von Uexküll a Heidegger, ha posto l'accento sull'«essere-nel-(rispettivo)-ambiente» – termine riadattato da Marco Mazzeo.

LA PROTEINA FLUORESCENTE

Uscendo dall'oceano, la bioluminescenza è senz'altro legata a una delle scoperte più rilevanti degli ultimi sessant'anni. Si tratta della proteina fluorescente verde (GFP, *green fluorescent protein*), scoperta del premio Nobel O. Shimomura mentre cercava di estrarre le sostanze luminescenti da una poltiglia di anelli di *medusa Aequorea*. Così come le lucciole in una notte d'estate si mandano segnali d'amore luminosi a noi incomprensibili, così questa molecola fluorescente consente oggi agli scienziati di tutto il mondo di sbirciare dentro i neuroni e ricevere segnali della loro attività o informazioni sulla loro struttura. Non che i neuroni siano fluorescenti per natura, ma con qualche abilità genetica è possibile modificarne il DNA in modo che, quando un po' di calcio entra nella cellula a seguito di una depolarizzazione, questa sia segnalata dalla proteina fluorescente verde (GFP). Se opportunamente eccitata da una radiazione ad una specifica lunghezza d'onda, è possibile visualizzare solo quei neuroni che attivandosi diventano verdi. Cosa essi facciano lì tutti insieme e in che modo contribuiscano al comportamento dell'organismo di cui fanno parte è la sfida che abbiamo davanti: sicuramente la GFP aiuta gli scienziati ad ascoltare di nascosto i neuroni.

Sebbene vedere la bioluminescenza in mare sia una grande fortuna, in termini numerici i pesci bioluminescenti sono i vertebrati più di successo del pianeta, milioni di miliardi. Per non parlare di tutti gli altri animali, come i molluschi, ctenofori o crostacei. Verrebbe da chiedersi perché l'ecosistema più grande al mondo e i meccanismi sottesi alla sua sopravvivenza, siano anche quelli meno conosciuti.

DAI CIELI AGLI ABISSI

All'inizio di luglio il telescopio James Webb della NASA ha mostrato migliaia di scintillanti galassie contenute in una porzione di (nostro) cielo grande quanto un granello di sabbia. L'informazione ha fatto il giro del mondo e ha proiettato tutti nel posto più lontano mai raggiunto con un'immagine. La visione dello spazio, come per il lancio in orbita dello Sputnik nel 1957 o la spedizione sulla Luna nel 1969, ha plasmato nel tempo l'immaginario collettivo, con rilevanti conseguenze per la spesa pubblica e per gli investimenti dei privati di tutto il mondo. Pensiamo oggi alla *spacemania* di Elon Musk che vuole portarci tutti a vivere su Marte, o al neonato programma di ricerca multidisciplinare in scienza dello spazio presso l'università di Trento, dove chi scrive svolge la propria ricerca.

È INTERESSANTE NOTARE LA POPOLARITÀ DI CUI GODE LO SPAZIO RISPETTO ALL'OCEANO, IL SOPRA RISPETTO AL SOTTO. QUANTO L'IMMAGINARIO POP ORIENTA ANCHE I FONDI PER LA RICERCA?

È interessante notare la popolarità di cui ha goduto nel Novecento lo spazio rispetto all'oceano, il sopra rispetto al sotto. La distribuzione asimmetrica tra quanti preferirebbero andare nello spazio rispetto a chi vorrebbe visitare i fondali oceanici ne è un esempio. Anche uno dei blockbuster più popolari di quest'anno, *Don't look up!*, dedicato alla catastrofe climatica, ha come protagonisti un gruppo di astronomi. E sarebbe ancora più interessante chiedersi quanto l'immaginario pop incida oggi sull'allocazione dei fondi per la ricerca. Sembra infatti che solo lo 0,05 % dei fondali oceanici sia stato esplorato. È possibile quindi che libri come questo aiutino a rompere il ghiaccio, comunicando con ottimismo il bisogno di investire in ricerca di base, oggi, per sapere anche come intervenire domani su un ecosistema così complesso. Il futuro del nostro mondo sembra molto incerto, ma per darsi qualche possibilità conviene forse partire dal basso. ■