

LE MEDUSE, AGO DELLA BILANCIA DELL'ECOSISTEMA MARINO E NON SOLO

NOTA INTERNA A CURA DI

ALVARO JUAN ABELLA E FABRIZIO SERENA

AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE AMBIENTALE DELLA TOSCANA

30 NOVEMBRE 2015

Il cosiddetto "plancton gelatinoso" è costituito da Cnidari (idre, meduse, anemoni e coralli), Ctenofori e Tunicati. I cicli di vita delle specie facenti parte del plancton gelatinoso manifestano spesso fenomeni di "fioriture" (*blooms*), cioè lo sviluppo anche di enormi masse costituite dallo stesso organismo o da un insieme di organismi marini di specie diverse. Tali eventi sono noti fin dai tempi antichi e devono essere considerati come una costante nell'equilibrio ecosistemico degli oceani (Boero, 2013).

Negli ultimi anni i media riportano sempre più frequentemente e per diverse aree del mondo, importanti fioriture di plancton gelatinoso. Le ragioni di questo interesse sono legate soprattutto ad aspetti di ordine socio economico: i turisti estivi che vengo in contatto con le cellule urticanti di questi organismi; l'attività di pesca che, in relazione alla massiccia presenza di plancton gelatinoso, dichiara difficoltà nella funzionalità degli attrezzi impiegati e infine non va dimenticato che le meduse si cibano proprio di una delle componenti più importanti del plancton e cioè le uova e le larve di pesce, compreso quelli d'interesse commerciale.

L'aumento delle popolazioni di meduse, registrato in molte aree del mondo, potrebbe essere interpretato come un campanello di allarme di qualcosa che sta mettendo in crisi l'equilibrio e la salute dell'oceano e quindi del nostro pianeta. Le opinioni non sempre coincidono, in alcuni casi le "esplosioni" di meduse sono messe in relazione con la pesca eccessiva che riduce sensibilmente i competitori e/o i predatori, costituiti da oltre 100 specie diverse tra pesci e tartarughe. Viceversa altri ricercatori sostengono che la pesca eccessiva penalizza proprio le meduse, andando a ridurre la quantità alimentare di cui loro si cibano.

Di fatto quello cui si assiste, è il cosiddetto effetto domino già registrato in alcuni mari del mondo come nel Mar Nero, lungo le coste della Namibia, nel Nord Carolina, ecc. Daskalov, già nel 2002, comunicava che le risorse ittiche del Mar Nero, nel giro di circa 60 anni, si erano ridotte ai minimi storici e in alcuni casi, certi grandi predatori pelagici come tonni, pesci spada, e poi sgombri, spratti, ecc. erano progressivamente venuti a mancare nelle catture. A seguire furono notati successivi *blooms* di varie specie che facevano parte del plancton gelatinoso come *Rhizostoma pulmo*, *Aurelia aurita*, *Mnemiopsis leidyi*.

Gucu (2002) dimostrò con esattezza che l'“esplosione” di *M. leidyi* era imputabile al sovrasfruttamento delle risorse e quindi a una gestione scellerata della pesca nel Mar Nero (FIG. 1).

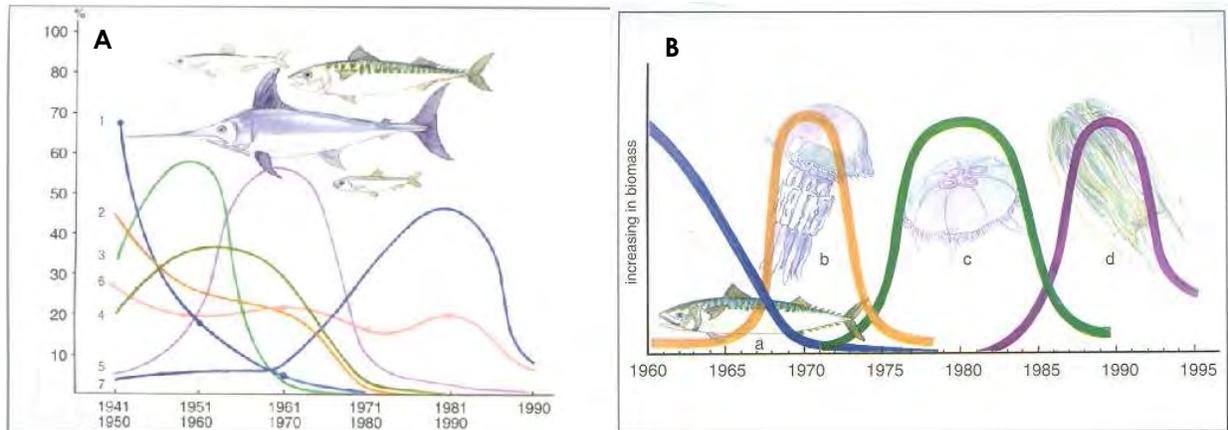


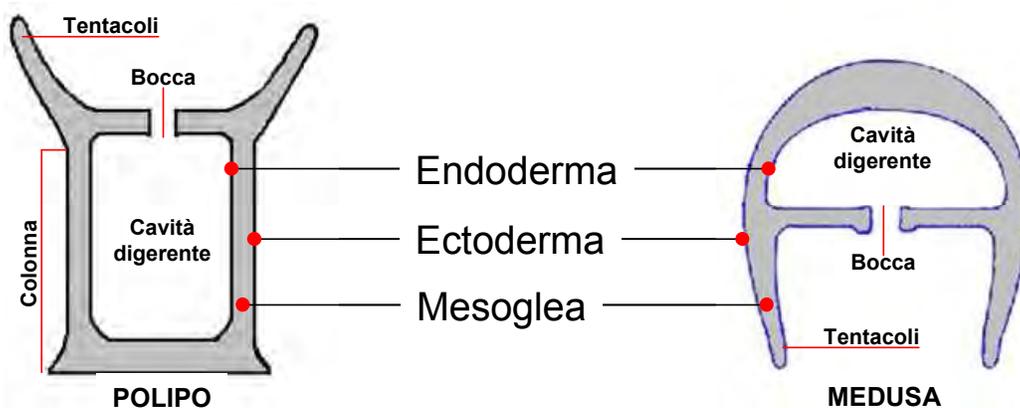
FIG 1A e 1B. A) Andamenti (%) delle catture dei predatori apicali pelagici e dei pesci consumatori secondari delle coste bulgare del Mar Nero: tonni, sugarelli, pesci spada, sarde, pesci serra, acciughe e spratti. B) Fioriture successive di organismi gelatinosi nel Mar Nero nel periodo 1960-1995, dopo il forte calo della popolazione delle meduse che si cibavano delle larve di sgombero (da Daskalov, 2002).

Di certo ciò che risulta chiaro è che le meduse sono, rispetto ad altre forme di vita marina, più pronte ad affrontare i molti cambiamenti che si verificano nell'ambiente sia di carattere naturale, come ad esempio l'aumento delle temperature medie, le variazioni di salinità, ecc., sia innescati dall'uomo che determina fenomeni di acidificazione degli oceani e di inquinamento in genere. In questo senso, l'uomo, con la sua intelligenza, potrebbe essere il migliore amico delle meduse e non solo.

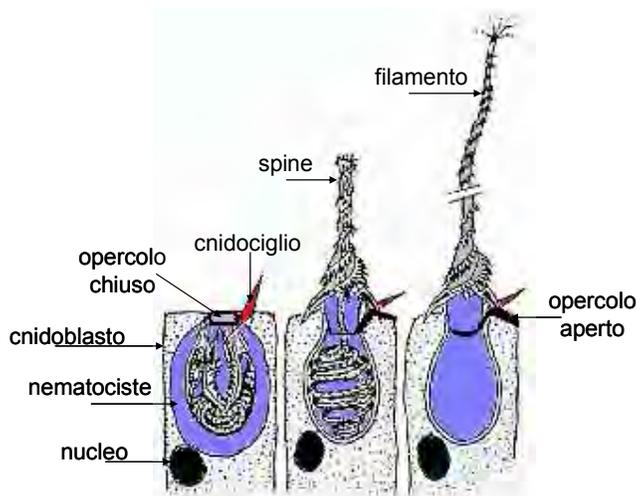
Tanto per capire meglio questi processi, possiamo fare riferimento a un esempio concreto: sappiamo che il continuo apporto di nutrienti verso il mare è la causa principale delle fioriture algali. Alla fine i nutrienti si esauriscono e di conseguenza le alghe muoiono. Questo facilita lo sviluppo di una fioritura batterica che tende ad “alimentarsi” delle alghe morte. La fioritura batterica, a sua volta, esaurisce l'ossigeno disponibile rendendo l'area non più adatta per la sopravvivenza di molte specie. Le meduse, specie opportunistiche, possono sopravvivere e crescere anche in ambienti critici con bassi livelli di ossigeno. In tal senso le meduse possono continuare a riprodursi in un ambiente ormai privo di predatori dove la concorrenza/competizione si è praticamente annullata. Le correnti e/o i venti contribuiscono poi alla formazione di raggruppamenti di meduse, talvolta costituiti da migliaia di individui. Infine va detto che questi organismi possono anche ricavare qualche vantaggio nel vivere in acque con elevata concentrazione di sali ricchi di iodio, elemento vitale del loro ciclo riproduttivo.

BOX—Strutture delle meduse

Gli Cnidari, polipi attaccati alla roccia (attinie e coralli) e meduse libere di muoversi nell'acqua, hanno simmetria raggiata e due fondamentali caratteristiche strutturali: una cavità interna per la digestione e una bocca che la mette in comunicazione con l'esterno.



L'anello di tentacoli intorno alla bocca, estensione della parete del corpo, facilita la cattura e l'ingestione del cibo costituito da organismi del plancton. Il corpo delle meduse è composto di tre tipi di cellule: mioepiteliali che determinano la struttura generale; le interstiziali, deputate alla riproduzione; i cnidoblasti, particolarmente abbondanti sui tentacoli e responsabili delle pericolose "bruciature". Questi ultimi, infatti, contengono alloro volta strutture urticanti dette nematocisti, questi, una volta "scaricati" dalla cellula, permettono l'ancoraggio, la difesa e/o la cattura delle prede.



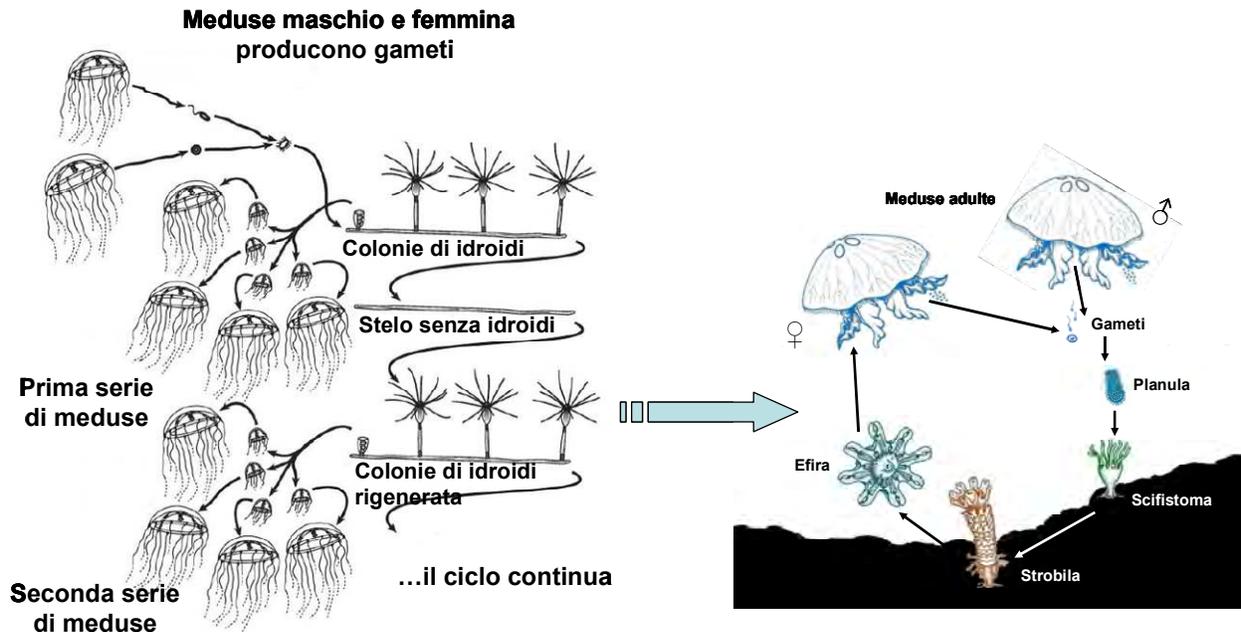
Da Pechenik, 2014

Tutte le meduse si riproducono sessualmente grazie alla presenza delle cellule interstiziali. Queste ultime, infatti, si raggruppano a formare una gonade (aggregati di gameti (uova o spermatozoi)) in via di sviluppo.

La fecondazione può essere interna, ma più generalmente è esterna e produce una blastula cava che evolve in una larva ciliata (planula) pelagica. Dopo un certo periodo di nuoto libero la planula si fissa a un qualsiasi substrato sviluppando una colonia idroide costituita da polipi.

In seguito i polipi trasformatisi in strobili, per via asessuata, producono le efire che si liberano nella colonna d'acqua diventando meduse adulte.

Una singola medusa femmina, nel periodo riproduttivo, può rilasciare decine di migliaia di uova al giorno. In tal senso, se le condizioni climatiche sono favorevoli e il cibo è abbondante, le meduse sono in grado di raddoppiare il loro peso complessivo in sole 24 ore.



Da Boero 2013 e Fuck et al., 2014 modificato

In tempi recenti, nel Mare Adriatico, una proliferazione eccezionale della medusa *Pelagia noctiluca* ha quasi compromesso l'intero ecosistema. Ferdinando Boero del CNR-ISMAR, docente all'Università di Lecce, riferisce che quantità enormi di pelage intasarono le reti dei pescatori in brevissimo tempo.

In seguito, la popolazione della pelagia tornò alla normalità, ma la causa principale, che lo scienziato attribuisce all'inquinamento prodotto da un eccesso di nutrienti arrivati in mare, provenienti dal Fiume Po, non è stata rimossa e in qualsiasi momento potrebbe determinare nuovamente situazioni di alta criticità per l'ambiente e per le attività produttive in genere.

Ci sono diverse opinioni del perché le meduse sono in aumento. Questo fenomeno costituisce sicuramente un processo molto complesso che può dipendere da diversi fattori come l'incidenza delle correnti oceaniche, la concentrazione di nutrienti, i livelli di ossigeno, l'aumento della temperatura media nelle diverse stagioni dell'anno, la disponibilità di cibo, i tassi di predazione e non ultimo la pesca eccessiva, ecc.

Il sovrasfruttamento delle risorse ittiche, con conseguente riduzione della biomassa, può creare presupposti ideali per il prosperare delle popolazioni di meduse poiché, come abbiamo visto, vengono a mancare i potenziali predatori e competitori delle meduse stesse.

Negli ultimi anni alcuni ricercatori e poi i media, hanno sostenuto l'ipotesi che le meduse e altre creature gelatinose, stiano diventando sempre più comuni e che domineranno i mari nei prossimi decenni. In una recente riunione tenutasi in Giappone (Quarto Symposium Internazionale sul Bloom di Meduse) nel 2013, sono stati presentati i risultati di ricerche su questa problematica a livello globale.

Alcuni esperti hanno avvertito che, se la tendenza osservata dovesse proseguire in maniera costante, le meduse potrebbero sostituire i pesci negli oceani del pianeta, determinando un ritorno a una situazione primordiale (Era Precambriana) in cui le meduse dominavano gli oceani, prima ancora dell'apparizione di rettili e mammiferi, mettendo in seria crisi la biodiversità dei mari di tutto il mondo.

Ci sono evidenze che l'inquinamento condiziona il numero di fioriture algali che privano di ossigeno i mari. In questi ambienti, gli organismi marini lottano per sopravvivere, ma le meduse, come abbiamo detto, riescono a trarre anche vantaggio. Tuttavia non sembra vi sia una così diretta e stretta correlazione tra i blooms di meduse, i cambiamenti climatici e l'impatto antropico.

In un recente lavoro scientifico pubblicato nel 2012 negli atti del *National Academy of Sciences (PNAS)*, 17 specialisti internazionali, affiliati al *Meduse Global Group*, che conducono la loro attività presso il Centro Nazionale per l'Analisi ecologica e sintesi dell'Università della California, Santa Barbara, hanno analizzato 37 set di dati di presenza delle meduse in diverse aree del mondo, ognuno dei quali comprendente almeno 10 anni di records, i più vecchi dei quali risalgono al 19° secolo (dati usati dal 1874 al 2011). La maggior parte di questi dati proviene dall'emisfero settentrionale, in particolare dall'Oceano Atlantico e dal Mar Mediterraneo. Gli Autori, dopo un'approfondita analisi, concludono che l'ipotesi di un aumento a livello globale delle meduse e altre specie gelatinose come salpe, ctenofori, ecc., manca di un reale supporto scientifico. I booms registrati non sarebbero quindi un fenomeno preoccupante da ricondurre a manifestazioni iniziate solo recentemente. Infatti, questi Autori fanno presente che tali fenomeni seguono cicli naturali di circa 20 anni, con rapide crescite seguite da declini delle popolazioni altrettanto veloci. Spesso la percezione dell'aumento di un determinato fenomeno è il risultato della maggiore attenzione scientifica dedicata e il fascino che tutto ciò produce sulla psiche umana e che i media sono molto bravi a utilizzare per fini puramente commerciali.

La mancanza di una buona informazione storica spesso può essere fuorviante. Una meta-analisi, effettuata sfruttando anche materiale fossile e altre prove documentali disponibili, ha indicato che *blooms* spettacolari di meduse sono un fenomeno normale e ricorrente nella storia di questi organismi, riconducibile spesso ai naturali cicli climatici. Il fatto è che, in passato per vari motivi, le fioriture di questi organismi attiravano meno l'attenzione delle persone.

Va poi considerato il fenomeno del riscaldamento globale che sembra sia diventato ormai una realtà. Una realtà, anche questa, ricorrente nella storia del nostro pianeta che conosce oggi una condizione diversa rispetto al solito, vale a dire la presenza dell'uomo (FIG. 2).



FIG.2. Oscillazioni storiche dei valori di temperature che caratterizzano la vita sul nostro pianeta.

Le attività umane, infatti, partecipano in maniera preoccupante a destabilizzare gli equilibri che regolano l'ecosistema. L'uomo se non è la causa principale delle variazioni climatiche in atto è senz'altro un agente di disturbo le cui azioni influiscono sull'ambiente in una maniera ancora da definire fino in fondo, i cui risultati sono al momento solo ipotizzabili. Sicuramente le attività umane, prima inesistenti, condizioneranno, se non impediranno gli eventuali processi di recupero naturale delle situazioni compromesse.

Le variazioni del clima sulla terra si manifestano a diverse scale temporali su tutti i parametri meteorologici: temperatura massima e minima, precipitazioni, nuvolosità, ecc., ciò è dovuto principalmente a cause naturali, ma tenendo in conto la presenza dell'uomo su questo pianeta, due sono le principali considerazioni da fare sulle modalità che possono determinare variazioni climatiche:

Variabilità climatica = quella generata da cause naturali.

Mutamenti climatici = quelli prodotti dall'uomo

Nell'ultimo secolo la temperatura media sulla superficie terrestre è aumentata di circa 0,6°C e sappiamo che l'attività solare e la temperatura sono strettamente correlate, ma stiamo osservando anche che negli ultimi decenni è più netta la relazione con l'aumento di CO₂ al quale l'uomo contribuisce in maniera determinante (*Solar Center Stanford University*) (FIG. 3).

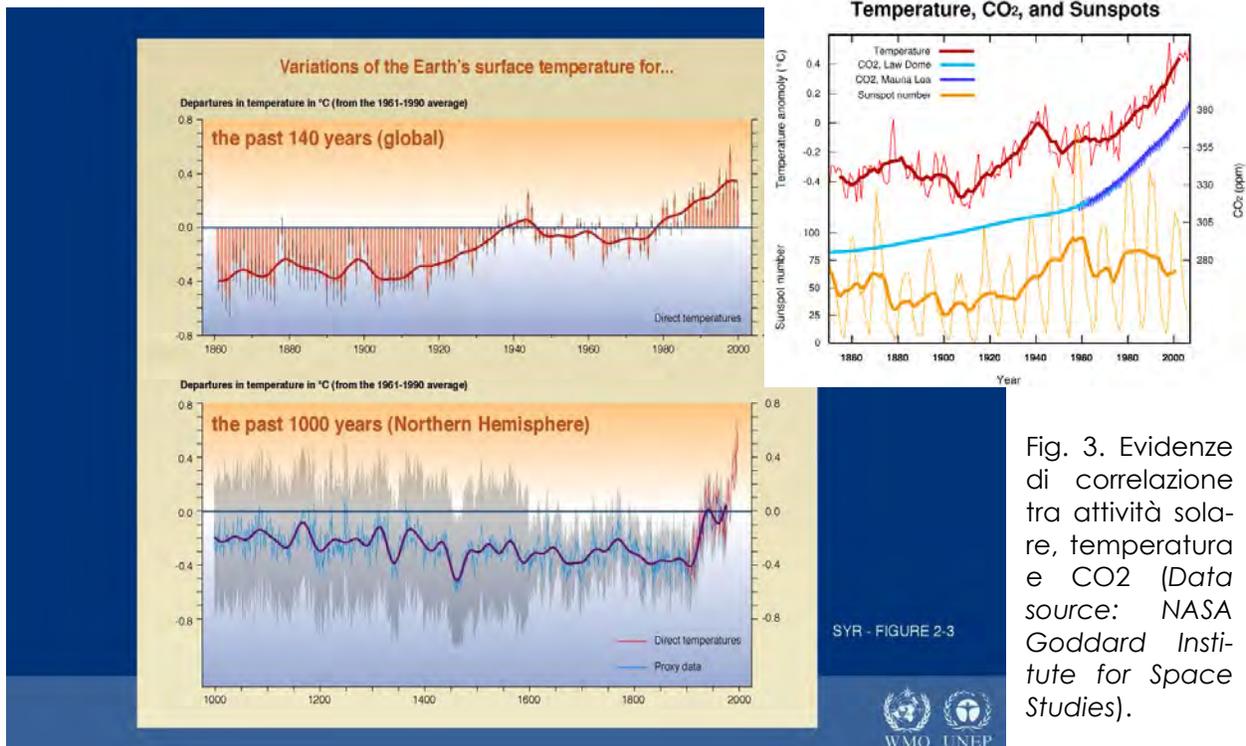
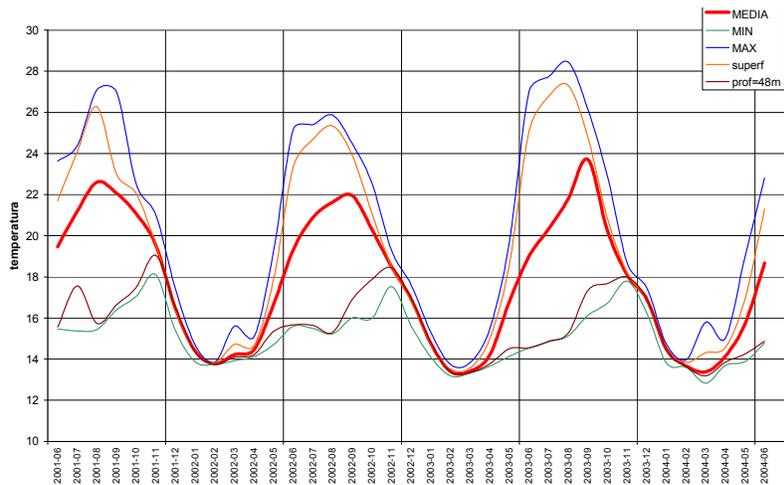


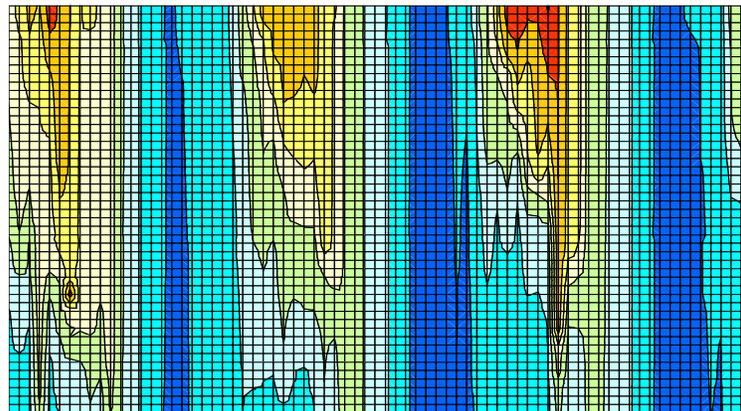
Fig. 3. Evidenze di correlazione tra attività solare, temperatura e CO₂ (Data source: NASA Goddard Institute for Space Studies).

Spesso si verificano fenomeni complessi che determinano situazioni di anomalie termiche che vanno a interessare direttamente anche l'ambiente marino come è accaduto ad esempio nel 2003. In quell'anno si assistette, in tutto l'arco latino (Toscana, Liguria, costa monegasca e francese), alla morte degli organismi sessili presenti nei primi 30-35 metri di profondità. In sostanza non si creò il termocline che generalmente si forma a circa 12 metri nel periodo primaverile e che garantisce il mantenimento delle condizioni giuste al disotto di questa profondità.

L'attività di monitoraggio marino costiero che ARPAT conduce per conto del MIATM in riferimento al D.lg 152/06, permise di registrare questa anomalia. (FIG .4). Fu un momento critico per l'ecosistema marino messo a dura prova da una situazione difficilmente spiegabile, ma che portò a morte, in tempi brevi, molti organismi marini che vivevano a stretto contatto con la roccia.



a



b

Fig. 4. a) Anomalie termiche medie registrate da ARPAT lungo la costa toscana nel 2003; b) spettro di calore (D.lgs. 152/06).

Quante di queste situazioni si sono verificate nella storia recente e antica non è da sapere con certezza. I risultati sottolineano in ogni caso l'importanza di disporre di lunghe serie di dati per essere aiutati nella comprensione dei motivi e del significato dei cambiamenti ambientali percepiti e osservati. Ciò che stiamo però analizzando, le tendenze, i picchi di calore e/o di freddo nel tempo reale, non può e non deve essere utilizzato direttamente per estenderlo ad altri periodi storici, ciò richiede confronti obbligati con il passato che spesso non sono attuabili per mancanza di informazioni adeguate.

La figura 2 ci dimostra come, di fatto, il clima del nostro pianeta ripresenta nel tempo situazioni simili e confrontabili, ma difficilmente correlabili con la presenza di *blooms* di plancton gelatinoso, se non nell'ambito di periodi più brevi.

In tempi recenti (anni 90 e primi anni 2000), è stata osservata una fase importante di crescita che ha contribuito alla percezione di un aumento dell'abbondanza delle meduse. Un periodo precedente, di alti numeri di meduse, che avvenne negli anni 70 passò inosservato. In quel momento, lo studio sulle meduse era condotto solo da pochi ricercatori, c'era una minore consapevolezza dei problemi ambientali su scala globale e sicuramente le informazioni non erano trasmesse con la velocità di oggi, poiché internet ancora non era attivo. Difficilmente qualcuno avrebbe scritto per spiegare una situazione di normalità riguardante la biomassa delle meduse in mare.

Nel tempo sono state registrate situazioni locali e regionali, dove la biomassa delle meduse ha determinato seri problemi, contemporaneamente però sono state registrate anche altre realtà dove i numeri di meduse sono rimaste stabili, o addirittura sono diminuiti, mostrando una oscillazione naturale nel corso dei decenni. In considerazione di ciò è importante scegliere opportune scale spazio-temporali in modo da evitare errate interpretazioni di certe tendenze che vengo osservate.

Riconoscendo che l'incremento di fenomeni di *blooms* delle meduse, iniziato negli anni 90, è ancora oggi attuale, sarebbe importante e necessario mantenere un'ampia attività di monitoraggio nei tempi futuri, nel tentativo di riuscire a capire se quello che stiamo osservando sia un cambiamento reale, o se più semplicemente sia un momento di una oscillazione più grande.

Proprio in funzione di quest'ultima considerazione bisogna diffidare degli studi condotti su limitate serie temporali a disposizione che spesso utilizzano test statistici inadeguati, fittando linee di tendenza rettilinee attraverso punti di dati che si comportano ciclicamente.

"La ricerca è importante per la comprensione dei cicli biologici complessi che si verificano negli oceani", spiega Henry Gholz, direttore del programma nella divisione di Biologia Ambientale, che ha anche finanziato la ricerca della NSF (*National Science Foundation* degli USA), ed è fondamentale per acquisire le osservazioni a lungo termine, per informare in maniera adeguata e corretta la collettività dei cambiamenti ambientali che tutti noi osserviamo e verso i quali spesso non riusciamo a dare la giusta interpretazione.

Il programma di monitoraggio che il Boero ha attivato in ambito mediterraneo (www.ciesm.org), segue questa filosofia, utilizzando concetti che mirano all'acquisizione d'informazioni preziose sulla base delle quali tentare di interpretare in maniera oggettiva i fenomeni che si verificano e che condizionano la vita dell'ecosistema marino. Sulla base di questo concetto, Boero riporta lo studio di Goy et al. (1989) che mostra come i blooms di *P. noctiluca* si siano riproposti più volte nel tempo a partire dal 1800 ad oggi (FIG. 5).

Per tali motivi la valutazione delle meduse dei mari italiani, curata dal Boero, è un atto concreto che il Ministero dell'Ambiente e del Mare ha voluto con decisione inserendola nei programmi di monitoraggio richiesti dalla Direttiva comunitaria 2008/56/CE sulla strategia marina.

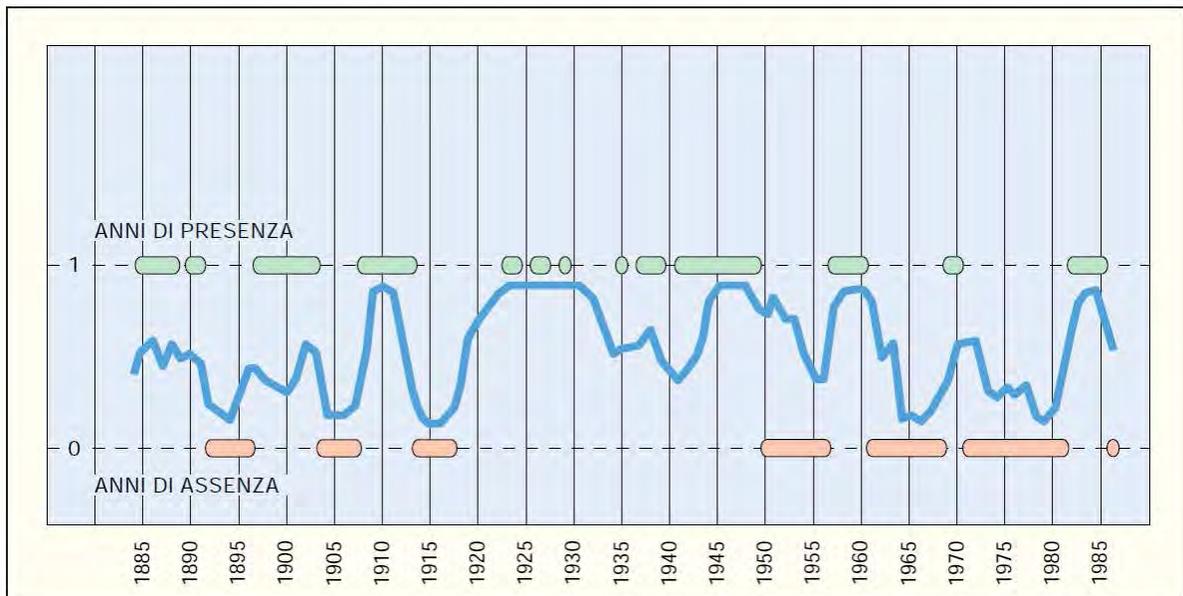


Fig. 5. Periodicità dei blooms di *Pelagia noctiluca*. La linea continua sintetizza i momenti di probabile presenza (da Goy et al., 1988, modificato).

BOX—Le meduse nel Mediterraneo

La presenza di fioriture di meduse nel Mediterraneo è nota fin dall'inizio dello studio della vita marina. Goy et al. (1989), in particolare, hanno realizzato una vasta ricerca bibliografica, sulle fioriture della pelagia (*Pelagia noctiluca*) in ambito mediterraneo. Il primo riferimento storico trovato da Goy risale a un report del 1775 dove sono riportate 55 registrazioni di pelagia (Forskal, 1775). L'analisi di Goy, condotta nel periodo 1775-1987, ha messo in evidenza una periodicità di circa 12 anni per il verificarsi di questi episodi di apparente abbondanza di pelagia (FIG. 5). In ogni caso, nonostante l'interesse, questi eventi molte volte e per vari motivi, passano inosservati. L'interesse diretto è cresciuto recentemente, negli anni ottanta, quando una massiccia presenza di pelagia ha interessato quasi tutto il bacino del Mediterraneo, tanto da convincere l'UNEP a lanciare un programma di studio del fenomeno in oggetto.

Tuttavia le massicce fioriture di pelagia di quegli anni, ben presto terminarono e la situazione tornò alla normalità e il tutto fu dimenticato.

Nel 2001, la Commissione internazionale per l'esplorazione e la ricerca in Mediterraneo (CIEM), con sede a Monaco, ha organizzato un seminario sulle fioriture di plancton gelatinoso (CIEM, 2001), collegando le fioriture delle pelagia dei primi anni 1980 con la fioritura dello ctenofore alieno *Mnemiopsis leidyi*, iniziate nel Mar Nero nello stesso periodo. Le conclusioni del workshop CIEM sono state quelle di considerare queste fioriture come parte di una tendenza generale già descritta da Mills a livello globale (1995; 2000).

THE INTERNATIONAL CIEM JELLYWATCH PROGRAMME
WATCH FOR JELLIES

if you see masses of these species, take a picture and send your record to : your help is needed !

Send a message (preferably with a digital picture) with this information:

- Name of jellyfish
- Place of observation (zone number, name of place, coast or offshore)
- A number indicating the types of occurrence:
1 : individuals in rows 2 : individual in patches
3 : standard individuals
- Approx. distance between jelly fish:
10 cm, <1 m, 2 m, 5 m, 10 m, 20 m, più di 20 m

All - Alberto Goyeri - Map - Giuseppe Giamberini - Graphics - Fabio Piccini
Concept - Ferdinando Boero

Questi rapporti rimangono di portata locale e gli scienziati concordano sul fatto che una comprensione della portata del problema a scala maggiore sia oltremodo necessaria. La principale criticità è la mancanza di analisi di sintesi delle varie situazioni che si verificano negli ecosistemi marini, i cui dati risultano frammentari. Quindi non solo è necessario valutare l'ipotesi di una espansione globale di fioriture di meduse e di esplorare i possibili *drivers* (input) di questa espansione, ma anche prevedere gli effetti sull'ecosistema e, dove possibile, valutare le conseguenze future che le fioriture possono determinare sulle attività produttive, facendo debito riferimento alla gestione basata sugli ecosistemi. Tutto ciò sarà possibile se riusciremo ad attivare seri piani di monitoraggio a grande scala come quelli suggeriti da Boero o da Pauly et al. (2009). Questi ultimi prevedono la modellizzazione ecologica come migliore alternativa per capire il ruolo delle meduse nei grandi ecosistemi, approccio coerente con le nuove pratiche di gestione della pesca basate proprio sulla conoscenza delle caratteristiche dell'ecosistema. Pauly fa una sintesi di come le meduse possono diventare un fenomeno condizionate e come il loro ruolo sia spiegato dai modelli ecosistemici esistenti (con particolare attenzione a 'Ecopath o Ecosim') impiegati come un set di strumenti di modellizzazione delle serie storiche disponibili ottenute appunto con i programmi di monitoraggio.

In un ambiente in equilibrio i rapporti trofici rispondono coerentemente a quello che è la caratteristica fondamentale dell'ecosistema e cioè l'elevato grado di biodiversità in merito al quale ogni organismo occupa il proprio livello trofico e lo mantiene inalterato nel tempo (FIG. 6).

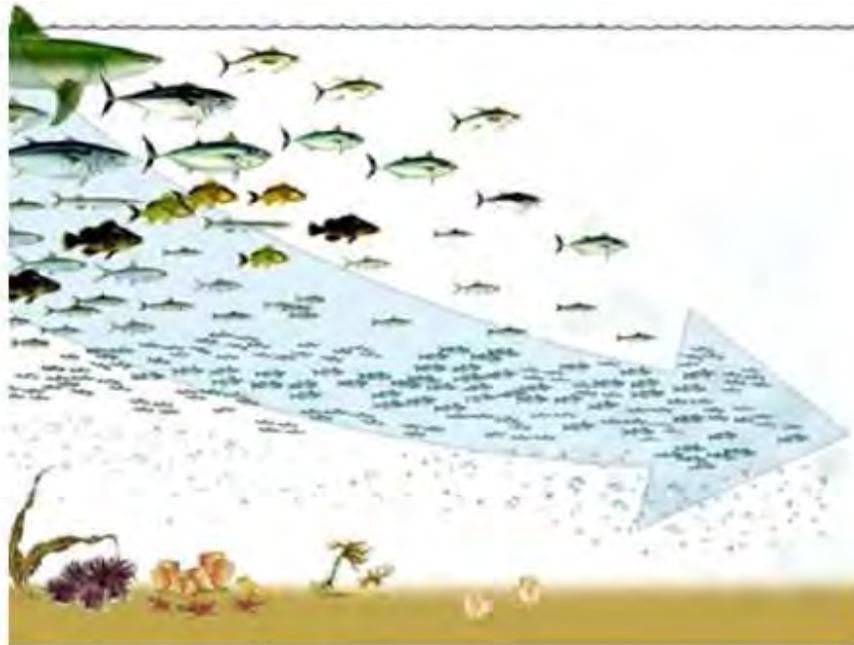


Fig. 6. In un ecosistema in equilibrio esistono rapporti normali tra predatori e prede (da Pauly et al., 2009).

Viceversa se sul sistema intervengono situazioni di disturbo l'ecosistema evolverà verso altri tipi di equilibri dove alcuni livelli trofici potrebbero scomparire o ridursi (vedi la scomparsa dei predatori apicali come gli squali). In sostanza i nuovi equilibri potrebbero prevedere l'aumento considerevole di pesci medusofagi come mostrato nella figura di sintesi riportata da Boero FIG 7

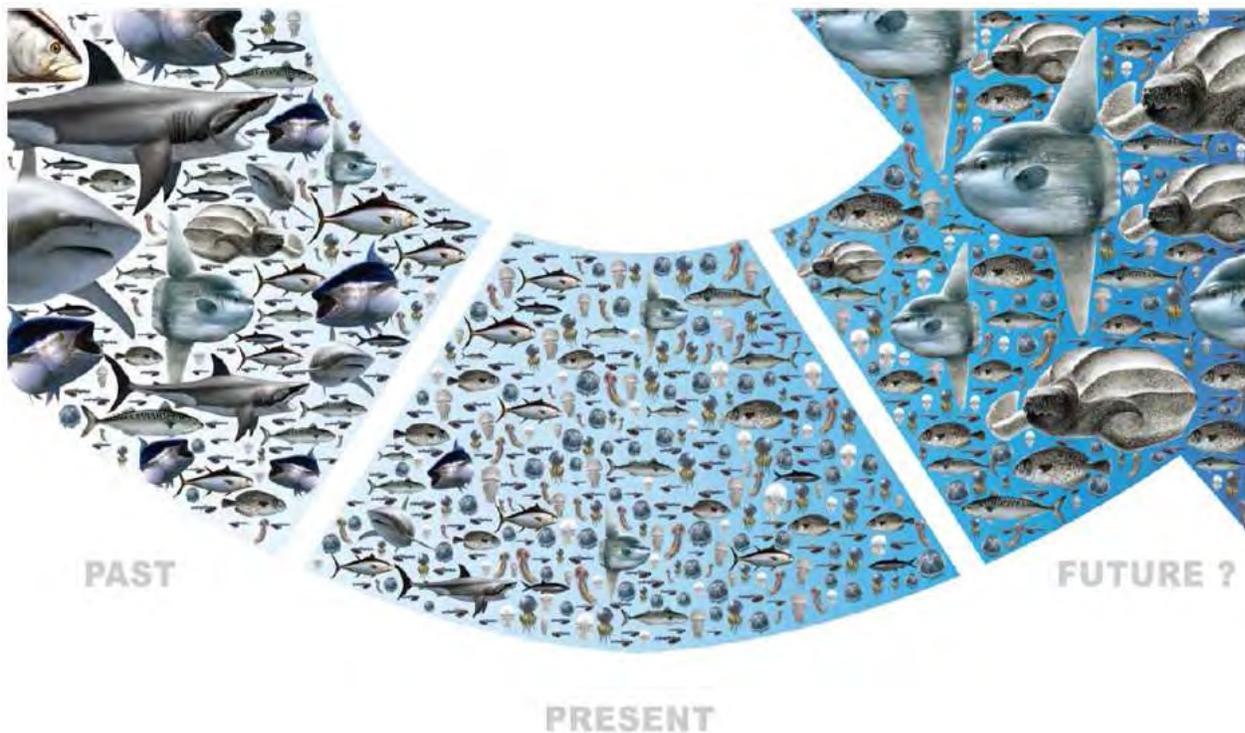


Fig. 7. La pesca indiscriminata determina la diminuzioni e in alcuni casi la scomparsa dei predatori apicali (squali). Ciò favorisce, in ultima analisi, la sopravvivenza delle meduse e di conseguenza l'aumentare dei pesci medusofagi che di loro si cibano (da Boero, 2013).

In conclusione, anche se possono esserci punti di vista diversi sulle cause che determinano le "fioriture" di meduse, ci sono comunque prove sufficienti che questi *blooms* rappresentano un problema per tutti, da affrontare seriamente e con le dovute forme gestionali. Infatti, alcune manifestazioni sono molto simili a quelle dovute alle esplosioni algali che a loro volta richiedono importanti interventi da parte dell'uomo. Brotz e Pauly (2012) affermano che in un'epoca di molteplici e consecutive crisi ambientali è di fondamentale importanza creare sinergie tra i vari soggetti che si occupano di questi fenomeni, in modo da affrontarle concretamente e razionalmente i vari eventi al fine di trovare le soluzioni più idonee sia per gli interessi dell'uomo, sia per quelli ambientali.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Prof. Ferdinando Boero (Università di Lecce—CNR-ISMAR), per i preziosi suggerimenti che hanno consentito di scrivere questa nota in maniera comprensibile ed esaustiva.

BIBLIOGRAFIA essenziale

- Boero F. 2013. Review of jellyfish blooms in the Mediterranean and Black Sea. Studies and Reviews. General Fisheries Commission for the Mediterranean. No. 92. Rome, FAO. 53 p.
- Brotz L., Pauly D. 2012. Jellyfish populations in the Mediterranean Sea. ACTA ADRIAT., 53(2): 211 – 230.
- Fuchs et al., 2014. Regulation of polyp to jellyfish transition in *Aurelia aurita*. Current Biology. In: Cell Press. 2014 "Life cycle of a jellyfish (and a way to control it)." ScienceDaily. ScienceDaily. www.sciencedaily.com/releases/2014/01/140116130650.htm.
- CIESM. 2001. Alien marine organisms introduced by ships in the Mediterranean and Black Seas. CIESM Workshop Series, 20, 136 pp, Monaco.
- Daskalov, G.M., 2002. Overfishing drives a trophic cascade in the Black Sea. Marine Ecology Progress Series 225, 53 & 63.
- Forsk. P. 1775. Medusae. In: Descriptiones Animalium, avium, amphibiorum, piscium, insectorum, vermium. Postmortem auctoris edidit Carsten Niebuhr. Hauniae, Vol. 1, pp. 106–111.
- Goy J., Morand P. & Etienne M. 1989. Long-term fluctuations of *Pelagia noctiluca* (Cnidaria, Scyphomedusa) in the western Mediterranean Sea. Prediction by climatic variables. Deep-Sea research, 36(2): 269–279.
- Gucu A. C. 2002. Can Overfishing be Responsible for the Successful Establishment of *Mnemiopsis leidyi* in the Black Sea? Estuarine, Coastal and Shelf Science 54, 439–451. doi:10.1006/ecss.2000.0657.
- Mills C.E. 1995. Medusae, siphonophores, and ctenophores as planktivorous predators in changing global ecosystems. ICES Journal of Marine Science, 52(3–4): 575–581.
- Mills C.E. 2001. Jellyfish blooms: Are populations increasing globally in response to changing ocean conditions? Hydrobiologia, 451: 55–68.
- Pechenik J. A. 2014. Biology of the Invertebrates. McGraw Hill Higher Education ISBN-13: 9780073524184.
- Pauly D., Graham W, Libralato S., Morissette L, Deng Palomares M. L. 2009. Chapter: Jellyfish in ecosystems, online databases, and ecosystem models (in) Jellyfish Blooms: Causes, Consequences, and Recent Advances Developments in Hydrobiology Volume 206, 67-85 pp.
- Proceedings of the National Academy of Sciences 2013. Biological Sciences - Environmental Sciences. Recurrent jellyfish blooms are a consequence of global oscillations. PNAS 110 (3). Published ahead of print December 31, 2012, doi:10.1073/pnas.1210920110.