



Banco di barracuda mediterranei *Sphirena squirena*

## TRASFORMAZIONI AMBIENTALI IN DIRETTA

### biodiversità e cambiamenti climatici nel Mediterraneo

di Giorgio Bavestrello\*

*Come dice l'autore, «per la prima volta le circostanze consentono di realizzare il sogno di ogni paleoecologo: poter studiare in diretta l'ambiente durante un periodo di cambiamento delle condizioni climatiche». Ma lo studio delle trasformazioni zoologiche può essere un'avventura entusiasmante non solo per i biologi che fanno ricerca di base o per i subacquei che guardano i fondali marini con occhi attenti, ma anche per insegnanti e studenti che si accostano al mondo animale in termini non solo staticamente descrittivi. Un'ampia documentazione delle trasformazioni che si stanno compiendo nel Mar Mediterraneo in tempi compatibili con la scala della vita umana, comunicata lasciando trasparire la passione per il mondo vivente che ci circonda.*

Cosa c'è di più consueto, nel nostro immaginario, del mare attorno al quale si è evoluta la storia dell'umanità? Eppure questo quieto lago che da tempo immemorabile assiste indifferente al sorgere e allo scomparire di millenarie civiltà ha avuto una storia incredibilmente travagliata che ha influito in modo radicale sulla composizione degli organismi che lo hanno progressivamente popolato.

#### La storia del Mediterraneo

La storia del Mediterraneo è storia alternata di comunicazione e di separazione a partire da molti milioni di anni fa quando il *mare nostrum* era parte della Tetide, l'oceano tropicale che si estendeva, seguendo i paralleli tra i due supercontinenti della Laurasia e della Gondwana. Alcune interessanti storie biologiche affondano le loro radici in quel lontano passato.

Forse la più affascinante riguarda una specie animale che può essere considerata l'emblema stesso del Mediterraneo: il corallo rosso (*Corallium rubrum*), sostanza magica, afrodisiaca, apotropaica, risorsa

\*Ordinario di Zoologia presso il Dipartimento di Scienze del Mare dell'Università Politecnica delle Marche ad Ancona.

Colonie di corallo rosso (*Corallium rubrum*) sulla falesia rocciosa del Promontorio di Portofino



preziosa che ha alternativamente vivificato l'economia di antiche città marinare come Genova, Trapani, Alghero e Torre del Greco. La natura della straordinaria sostanza conosciuta sin dal neolitico e pescata attivamente da greci e romani con ingegnosi attrezzi il cui uso, oggi considerato distruttivo, è stato abolito con recentissimi atti legislativi, è rimasta avvolta nel mistero per millenni fino a quando, in piena età dei lumi le osservazioni di un gruppo di visionari pionieri l'hanno con certezza attribuita al regno animale.

Ma il mitico organismo non ha così svelato completamente i suoi misteri, primo fra tutti quello della sua inusuale distribuzione geografica con specie estremamente simili, appartenenti allo stesso genere *Corallium*, presenti sia in Mediterraneo che nel Pacifico senza nessuna popolazione intermedia. Oggi è chiarito che questa caratteristica geografia del corallo va ricercata nella distribuzione di un antenato comune alle specie attuali diffuso senza soluzione di continuità nella Tetide, le cui popolazioni sono rimaste isolate dalla chiusura dell'antico bacino (Bayer, 1964). Queste popolazioni, separate da almeno 15 milioni di anni, hanno dato origine a specie diverse, oggi identificabili, benché ancora assai simili. Recentemente è stato scoperto che alcune specie di spugne che vivono come parassiti, perforando lo scheletro delle specie dei coralli preziosi, hanno esattamente la stessa distribuzione del loro ospite chiaramente indicando che questo particolarissimo tipo di relazione interspecifica è sorto, mantenendosi inalterato da lunghi milioni di anni e condizionando la distribuzione dei due partners (Calcinai et al., 2004).

Una tipica prateria di *Posidonia oceanica* del Mediterraneo



Non solo la distribuzione del corallo è stata influenzata dalle sorti del suo antico contenitore, ma anche da numerosi altri organismi tra cui un gruppo di fanerogame marine appartenenti al genere *Posidonia*. Oggi una specie, *P. oceanica*, forma vastissime praterie in Mediterraneo ed è considerata una specie «bandiera» di questo mare mentre almeno sette specie prosperano nelle acque che circondano l'Australia (Kuo & McComb, 1989).

Anche in questo caso l'ipotesi che l'attuale distribuzione del genere sia un tipico relitto tetiano è ampiamente condivisa dagli specialisti. Sempre più spesso, specialmente studiando i gruppi di bassi metazoi come polipi e spugne, ci rendiamo conto di come questo tipo di distribuzione geografica abbia coinvolto numerosissimi gruppi, imparentando inaspettatamente le faune mediterranee con quelle del Pacifico.

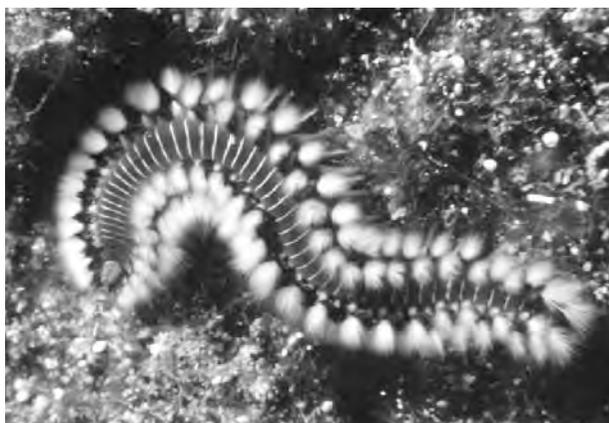
Nel quaternario il Mediterraneo ha vissuto il suo momento più drammatico durante la celebre crisi del Messiniano (Duggen et al., 2004). Circa 6 milioni di anni fa la chiusura temporanea della soglia di Gibilterra determinò, in un bacino con bilancio idrico nettamente deficitario, una rapida

evaporazione delle acque che si ridussero a lagune soprasalate, nelle zone più profonde del bacino. In questa situazione la fauna mediterranea precedente o si estinse completamente o si ridusse in modo estremamente drastico, confinata in pochissime zone rifugio o, più probabilmente sulle coste Atlantiche immediatamente prospicienti lo stretto di Gibilterra. La quantità d'acqua evaporata dal Mediterraneo, redistribuita per opera delle precipitazioni meteoriche negli oceani di tutto il mondo, e la contemporanea sottrazione di sale prima disciolto e ora stabilmente sequestrato in potenti formazioni di rocce evaporitiche, portò a una diminuzione della salinità media delle acque marine a scala globale, innalzandone la temperatura di congelamento e costituendo, forse, una delle cause concomitanti del successivo innesco delle glaciazioni quaternarie.

L'immane cascata che, una volta ridiscesa la soglia, determinò, in tempi geologicamente brevi, il riempimento del bacino, portò con sé una nuova ondata colonizzatrice di specie di origine atlantica che, ancora oggi, non si è fermata. Ai fini delle nostre considerazioni, l'aspetto più interessante della ricolonizzazione è che le specie che durante il quaternario sono penetrate attraverso questa via nel Mediterraneo sono state condizionate da una continua alternanza di fasi climatiche che hanno influenzato complessivamente il nostro pianeta.

Durante le alternanze di climi più freddi e più caldi, nel bacino penetravano specie ad affinità boreale o tropicale che si diffondevano, stabilizzandosi in siti adeguati alle loro esigenze. L'aspetto interessante è che, a causa della forma del Mediterraneo che ha una notevole estensione pur con una bocca estremamente piccola, queste specie, una volta fortunatamente entrate e sviluppatasi nel bacino non erano più in grado di uscirne. Quando, in seguito a una nuova alternanza climatica, la temperatura dell'acqua variava a sua volta, il destino di queste specie era di morire o di trovare condizioni sopportabili almeno in qualche remoto angolino del *mare nostrum*. È il caso delle praterie di laminarie, alghe brune di chiara provenienza boreale, che probabilmente prosperavano in vaste aree durante la glaciazione Würmiana e ora sono confinate nel golfo di Trieste dove l'inclemenza della bora rende la temperatura media delle acque la più bassa di tutto il Mediterraneo. Un discorso analogo ma di segno opposto riguarda innumerevoli esempi di fauna ad affinità tropicale come la conosciutissima madrepora arancione *Astroides calycularis* o il grande polichete errante *Hermodice carunculata* che vivono nel Mediterraneo Meridionale e non risalgono le coste italiane oltre il golfo di Napoli.

Esemplare di verme cane (*Hermodice carunculata*), il grande polichete a setole urticanti del Mediterraneo meridionale



## **Riscaldamento e ipotesi**

Insomma, a causa della tipica forma e della storia geologica del bacino, la fauna in esso contenuta è un mosaico di elementi di varia provenienza e da questa varietà discende la grande biodiversità del Mediterraneo. Non solo. Il fatto che nello stesso mare convivano specie di diversa origine e con diverse esigenze, per quel che riguarda la temperatura rende il Mediterraneo un laboratorio naturale per lo studio degli effetti di eventuali cambiamenti climatici relativi alle sue acque. È infatti estremamente semplice formulare tutta una serie di ipotesi da testare «sperimentalmente» tramite osservazioni opportunamente condotte. Infatti, in caso di un effettivo riscaldamento medio delle acque del bacino, sarebbe ovvio aspettarsi un'estensione verso settentrione degli areali delle specie ad affinità calda e, corrispondentemente, una contrazione della distribuzione delle specie boreali verso le aree in cui le acque sono mediamente più fredde. Oppure, da un punto di vista batimetrico, si potrebbe ipotizzare che le specie che vivono nelle calde acque superficiali spostino verso le più fresche acque profonde la loro distribuzione. Il periodo di attività delle specie stagionali potrebbe allo stesso modo variare con una espansione temporale per quel che riguarda le specie estive e una contrazione per quel che riguarda le specie invernali. Infine sono prevedibili complessi mutamenti nei cicli riproduttivi e nella fisiologia delle diverse specie.

Nel ragionare sugli effetti di un eventuale riscaldamento delle acque del Mediterraneo, l'approccio iniziale riguarda evidentemente il dato oggettivo, l'elaborazione di dati diretti, termometrici, che possano testimoniare, su un'adeguata scala temporale, la consistenza del fenomeno. Ovviamente non è semplice reperire lunghe serie di dati affidabili, soprattutto per quel che riguarda la temperatura marina, ma pare ormai accertato che dal 1985 a oggi la temperatura media del bacino occidentale sia salita di almeno mezzo grado (Marullo & Guarracino, 2003). D'altra parte metodi indiretti che utilizzano le percentuali di isotopi dell'ossigeno presenti nei carbonati dimostrano che il recente incremento si inserisce in un aumento prima lento ma poi più deciso che, dalla metà del XVII secolo (la cosiddetta piccola glaciazione) non è mai cessato fino a oggi. Tra l'altro i dati ottenuti da bioformazioni carbonatiche a vermetidi siciliane, cornici aggettanti costruite in prossimità della superficie dell'acqua da ammassi di molluschi gasteropodi con conchiglia vermiforme, largamente concordano con gli andamenti desunti da coralli del Mar Rosso e del Mar dei Sargassi, chiaramente indicando che i fenomeni riscontrati nel Mediterraneo fanno parte di più ampi cambiamenti a carattere globale (Silenzi et al., 2004).

Data quindi la certezza di un costante aumento della temperatura appare lecito testare le ipotesi suddette e domandarsi se eventuali cambiamenti nel paesaggio generale dei fondali mediterranei siano da attendersi come somma di graduali, lievi mutamenti o come improvvise drammatiche variazioni.

## Cambiamenti

Vent'anni di osservazioni sulle comunità costiere presenti lungo le falesie rocciose del Mediterraneo settentrionale hanno mostrato una lunga teoria di cambiamenti. Ovviamente le specie di pesci ad affinità calda, in grado di nuotare rapidamente lungo i fronti delle masse d'acqua, sono le prime avvisaglie dei cambiamenti. Lo storico impianto della tonnarella di Camogli, che da lungo tempo viene operata lungo la costa della Riviera Ligure di Levante, ha cambiato drasticamente la composizione delle sue catture nell'ultimo decennio riducendo il prelievo di tonni, sgombri e palamite e aumentando quello di carangidi come sugarelli, lecce e ricciole. Per i subacquei l'avvistamento di branchi del barracuda mediterraneo (*Sphiraena sphiraena*), specie essenzialmente meridionale, lungo le coste del Mar Ligure è diventata ormai un'esperienza comune da inserire nel repertorio di avventure il cui racconto occupa nebbiose serate invernali nei circoli sub di Piemonte e Lombardia.

La donzella pavonina (*Thalassoma pavo*), che con la sua colorazione brillante tradisce l'origine senegalese, occupa da lungo tempo il bacino meridionale del Mediterraneo ma, negli ultimi due decenni, è stata documentato un suo progressivo spostamento lungo le coste tirreniche tanto che, attualmente, la specie prospera a Portofino dove compete con la nostrana donzella (*Coris julis*) determinando un decremento delle popolazioni di quest'ultima (Vacchi et al., 2001).

Una delle storie più spettacolari, legata ai cambiamenti climatici e coinvolgente i pesci, riguarda l'alterazione del ciclo riproduttivo che si è verificato in una delle specie simbolo del Mediterraneo: la grande cernia bruna *Epinephelus guaza*. Questa specie chiaramente termofila da sempre si riproduce nel bacino meridionale del Mediterraneo poi alcuni esemplari risalgono le coste tirreniche arrivando a insediarsi in mar Ligure. Qui le fredde acque settentrionali impediscono la maturazione delle gonadi trasformando i pesci in grassi eunuchi che vanno a costituire pseudopopolazioni sterili. Da almeno un decennio, al contrario, le grandi cernie del mar Ligure hanno cominciato a maturare le gonadi e numerosi piccoli hanno cominciato a sguazzare assieme agli adulti (Louisy & Culioli, 2002).

Se indicazioni piuttosto significative giungono dai pesci, particolarmente interessante sembra la ricerca di dati anomali per quel che riguarda i popolamenti di organismi bentonici che non possono rifuggire da condizioni ambientali eventualmente ostili essendo stabilmente

Donzella pavonina (*Thalassoma pavo*), il labride di origine senegalese, oggi comune anche nel Tirreno settentrionale



Esemplare di cernia bruna (*Epinephelus guaza*) specie che attualmente si riproduce nel Mediterraneo settentrionale



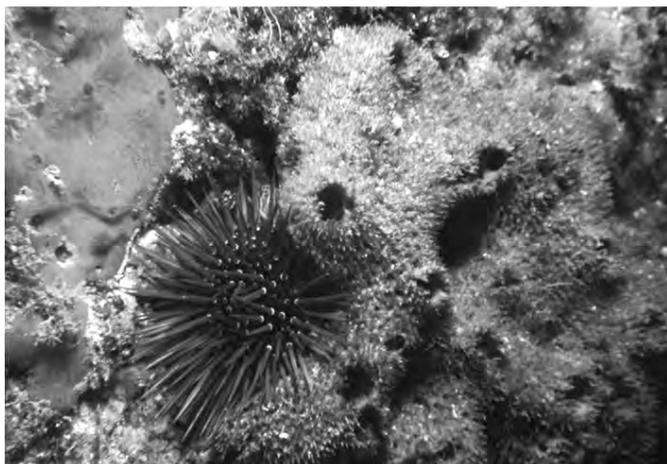
fissati al fondo marino. Questo gruppo estremamente biodiversificato di organismi a netta predominanza animale, rappresenta l'elemento biologico del paesaggio sottomarino come, sulle terre emerse, accade per le piante verdi. La mancanza di movimento di questi organismi, che devono affidare la loro dispersione alla fase larvale planctonica, li rende particolarmente idonei come sentinelle del cambiamento climatico.

Nel 1976 un giovane ricercatore illuminato dedicò un anno di lavoro allo studio della comunità a idrozoi presenti alle diverse profondità e lungo il corso dell'anno sulla falesia rocciosa del Promontorio di Portofino, esattamente nel centro del Mar Ligure. Nel 2006 la stessa comunità a idroidi è stata studiata con le stesse tecniche, esattamente lungo la medesima falesia. I risultati ottenuti sono da manuale: alcune specie ad affinità boreale sono scomparse, nuove specie termofile sono ora presenti. Le specie superficiali hanno aumentato il loro *range* batimetrico mentre quelle estive sono ora presenti anche in altri periodi dell'anno. Il periodo riproduttivo di numerose specie è mutato.

## Morie

Tutti i cambiamenti descritti hanno determinato importanti modifiche alla struttura delle comunità presenti sulle falesie rocciose del Mediterraneo settentrionale, ma il fenomeno che negli ultimi tre decenni ha mostrato i suoi effetti più eclatanti è quello delle cosiddette morie, determinate da malattie di probabile origine ambientale, in grado di ridurre drasticamente o di eliminare completamente alcune specie dal loro ambiente.

Una spugna da bagno (*Spongia officinalis*) colpita durante una moria in Mediterraneo



Il tutto è iniziato a metà degli anni Ottanta del secolo scorso, quando una malattia sconosciuta distrusse le popolazioni mediterranee di spugne da bagno, assestando un duro colpo all'industria di questo prodotto di pregio, da tempo immemorabile monopolio dei pescatori greci. Sin da allora l'eziologia del fenomeno appariva incerta, infatti fu rapidamente scoperto il coinvolgimento di un batterio che distruggeva le fibre cornee costituenti lo scheletro delle spugne, ma non fu affatto chiaro se l'infezione fosse la causa della malattia o piuttosto

andasse considerata come l'invasione di un microbo opportunisto che poteva prendere campo in un organismo debilitato dalle stressanti condizioni ambientali. Il canovaccio si è ripetuto numerosissime volte ancora a

carico di spugne, ma anche sempre più spesso coinvolgendo le popolazioni di gorgonie, l'elemento paesaggistico più caratteristico delle scogliere mediterranee.

Il peggio è accaduto nella tarda estate del 1999 quando, alla fine di settembre, probabilmente nel giro di una notte, milioni di colonie di gorgonie, compreso il prezioso corallo rosso, sono state colpite da una terribile lebbra che ha causato il distacco a brani del tessuto vivente determinandone una rapida morte. L'osservazione microscopica dei rami danneggiati delle colonie mostrava un'impressionante aggregazione di protozoi cigliati che si addensavano sui tessuti malati divorandoli

fino alla loro totale distruzione. Anche in questo caso però l'attacco dei protozoi era dovuto a una ridotta o annullata capacità di risposta da parte delle gorgonie, causata dal passaggio di una letale massa di acqua di un paio di gradi superiore alle medie stagionali che, con uno spessore di circa 50 m, ha percorso da Est a Ovest il Mar Ligure strusciando contro la costa rocciosa. Qualcosa di molto simile è accaduto nel 2003 e, in misura minore, nella tarda estate degli anni seguenti.

Gli effetti di questi estesi fenomeni sull'ambiente sottomarino sono stati imponenti, con la distruzione quasi totale di diverse specie di gorgonie in vaste aree del Mediterraneo fino ad almeno 35-40 m di profondità. Nei luoghi dove il reclutamento di colonie giovanili è ancora visibile, questo deriva da popolazioni più profonde che hanno risentito assai meno dello stress termico. Va notato che, nelle popolazioni colpite, la malattia si è accanita molto di più sulle femmine che sui maschi, probabilmente a causa del maggior sforzo riproduttivo di queste ultime, trasformando il tipico rapporto sui sessi di 1:1 in un 1:3 a favore dei maschi. Le conseguenze di questo fenomeno sul successo riproduttivo delle popolazioni sono molto facilmente immaginabili.

Oltre a questi eclatanti fenomeni, che hanno determinato un vero e proprio cambiamento nel paesaggio sottomarino, numerose altre malattie hanno colpito organismi meno evidenti determinando importanti cambiamenti nella loro vita e nella loro distribuzione. Per esempio, da alcuni anni un cianobatterio filamentoso si sviluppa sulle scogliere superficiali



Condizioni di una gorgonia (*Eunicella cavolini*) durante la moria del 1999; il tessuto vivente si stacca e cade a brandelli



Gorgonie viola (*Paramuricea clavata*) parzialmente colpite dalla malattia del 2003

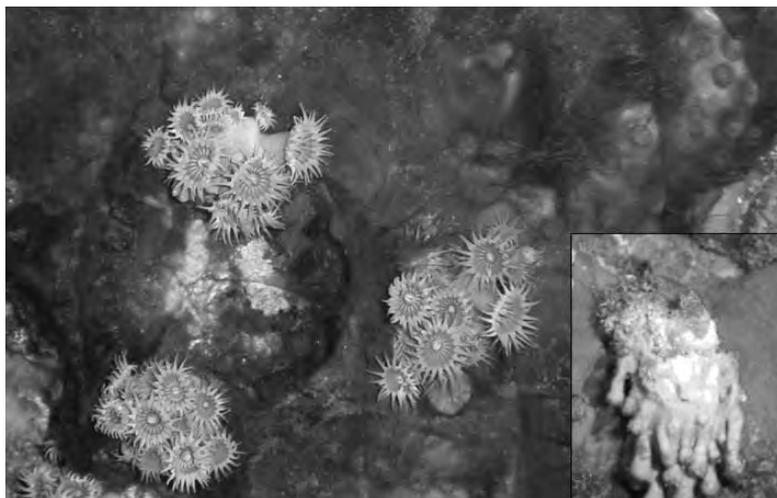


Ciuffi di polipi gialli (*Parazoanthus axinellae*) parzialmente coperti da uno strato di cianobatteri filamentosi; nell'insero si può vedere un ciuffo di polipi attaccati da un fungo

abitate da densi aggregati del polipo giallo *Parazoanthus axinellae*. Soffocati dalla coltre violacea, che riduce notevolmente il ricambio di acqua e probabilmente causa condizioni anossiche, i polipi sono attaccati da un fungo che indebolisce le basi di adesione causando un distacco di ciuffi di polipi. Questi scendono in profondità dove alcuni riescono a reinsediarsi costituendo nuovi popolamenti. Il risultato finale è uno spostamento in basso del *Parazoanthus* mentre gli spazi superficiali rimasti liberi sono colonizzati da grandi spugne incrostanti rosse.

Gli esempi potrebbero essere numerosi ma il succo della vicenda è che, in conseguenza di malattie più o meno acute e delle conseguenti morie, le comunità sottomarine sono in rapidissimo cambiamento.

Gli esempi potrebbero essere numerosi ma il succo della vicenda è che, in conseguenza di



Colonia di corallo rosso morta durante il 1999

## Conclusione

Una delle più straordinarie acquisizioni della scienza moderna è l'idea che il mondo, dall'inizio della sua esistenza, sia stato soggetto a continui cambiamenti. La disputa tra una visione fissista e una trasformista della natura ha infiammato gli animi per almeno due secoli. Ogni nuovo livello di interpretazione dei fatti che prendesse in considerazione la variabilità temporale – la trasformazione nei fenomeni geologici, l'evoluzione degli animali e dell'uomo, la deriva dei continenti – ha sempre trovato una fiera opposizione dai vari apparati di pensiero di turno.

Oggi però l'idea che, a ogni livello, il nostro mondo e i suoi abitanti siano soggetti a un continuo cambiamento non impressiona più nessuno. In biologia l'idea della trasformazione è diventata talmente pervasiva da essere l'unica chiave interpretativa di ogni fenomeno. Tutti sono d'accordo che anche la biodiversità sia assoggettata a questa universale legge di mutazione, anzi la corretta interpretazione delle faune ritrovate allo stato fossile è stata uno dei punti chiave che hanno messo a tema l'idea del mutamento.

Paradossalmente, nonostante l'idea della trasformazione sia in tutti assolutamente pacifica, siamo pervasi da un'oscura insicurezza quando ci rendiamo conto che il nostro mondo sta cambiando *ora*, che in alcuni particolari momenti del perenne divenire i cambiamenti possono essere percepiti nell'ambito della ristretta scala della vita umana. Siamo così abituati ai paesaggi del nostro pianeta da considerarlo alla stregua di una rassicurante fattoria nella quale ogni giorno ci aspettiamo di trovare le mucche nella stalla, le galline nel pollaio e le papere a sguazzare starnazzando nello stagno. L'uomo è un essere abitudinario, legato a schemi mentali, e a ciascuno di noi sembra impossibile che qualcosa del nostro ambiente possa cambiare. Eppure tutti sanno che nel corso della storia del nostro pianeta il domestico pollaio è stato abitato da innumerevoli ospiti, tutti adattati a un ambiente continuamente mutevole.

I dati che ci provengono dalle attuali rapide variazioni delle faune mediterranee e che si inseriscono in un più ampio quadro planetario, dimostrano chiaramente che ci troviamo di fronte a una discontinuità, a un'accelerazione evidenziabile nel *continuum* del perenne cambiamento. D'altra parte, ci sentiamo così padroni del nostro ambiente che, con una punta di inguaribile presunzione, siamo portati a pensare che, se qualche cambiamento nell'ambiente è rilevabile su scala umana, la responsabilità deve essere delle nostre azioni. Quindi pochi obiettano all'ipotesi che variazioni nella temperatura media, che pure tante volte si sono verificate molto prima che gli antenati dell'uomo scendessero dagli alberi delle foreste africane, siano state determinate da un recente aumento nelle emissioni di gas serra, prima fra tutte l'anidride carbonica, in seguito alle attività umane. Su questo assunto sono stati consumati enormi finanziamenti per la ricerca, si è fatta una capillare divulgazione, sono state costruite carriere scientifiche e politiche.

Lungi da me il pensiero che si debba abbassare la guardia nell'attenzione al nostro ambiente ma certo, da un punto di vista scientifico, siamo ben lontani da una definitiva prova che il riscaldamento globale sia da attribuirsi all'opera dell'uomo. Anzi sempre più convincente è l'ipotesi del coinvolgimento dell'attività del Sole (Pedrocchi, 2008).

In ogni caso, l'attuale situazione offre ai ricercatori insperate possibilità non solo nello studio delle cause ma anche in quello degli effetti. Per la prima volta le circostanze consentono di realizzare il sogno di ogni paleoecologo:

poter studiare in diretta l'ambiente durante un periodo di cambiamento delle condizioni climatiche. Attualmente il Mediterraneo, almeno nelle sue acque superficiali, sta rapidamente cambiando. Le morie e le misteriose malattie degli organismi bentonici hanno mutato radicalmente, in tempi brevissimi, l'aspetto dei fondali. Fenomeni più lenti sono costantemente in atto e contribuiscono a modificazioni che interessano le biocenosi a tutti i livelli. Abbiamo raccolto una serie di dati significativi sulle biocenosi bentoniche ma non sappiamo quasi nulla di eventuali probabili influenze del riscaldamento sulle comunità planctoniche. Quello che è certo è che la vita negli strati profondi dipende strettamente dall'attività di questo gruppo di organismi che, quindi, potrebbero condizionare l'ecologia del Mediterraneo fino alle sue più remote profondità.

Dal punto di vista della ricerca di base la sfida è straordinaria e costituirà il lavoro per molti anni a venire: capire le conseguenze di un riscaldamento planetario su uno dei bacini più biodiversificati del globo. Abbiamo bisogno di una nuova generazione di ricercatori che siano in grado di raccogliercela con i mezzi concettuali e tecnici adeguati. Ma senza preconcetti. ❖

Le immagini che corredoano questo articolo sono tratte da C. Cerrano, M. Ponti & S. Silvestri, *Guida alla biologia marina del Mediterraneo*, Ananke, Torino 2004.

#### INDICAZIONI BIBLIOGRAFICHE

- Bayer F.M. (1964). The genus *Corallium* (Gorgonacea: Scleraxonia) in Western North Atlantic Ocean. *Bulletin of Marine Sciences*, 14: 465-478.
- Calcinai B., Azzimi F., Bavestrello G., Nozomu Iwasaki & Cerrano C. (2004). Redescription of *Alectona verticillata* (Johnson) (Porifero, Alectonidae) boring into Japanese precious coral. *Italian Journal of Zoology*, 71: 337-339.
- Clauzon G., Suc J. P., Gautier F., Berger A., Loutre M. F. (1996). Alternate interpretation of Messinian salinity crisis: Controversely resolved? *Geology*, 24: 363-366.
- Duggen S., Hoernle K., Van Den Bogaard P., Rupke L. & Phipps M.J. (2003). Deep roots of the Messinian salinity crisis, *Nature*, 422, 602-606.
- Kuo J., McComb A.J. (1989) A treatise on the biology of seagrasses with special reference to the Australian region. In: Larkum AWD, McComb AJ, Shepherd SA (eds). *Biology of seagrasses. Aquatic plant studies 2*. Elsevier, Amsterdam, pp 6-73.
- Louisy, P. & Culioli, J.M. (2002). Review of present knowledge on the reproductive activity of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) in the north-western Mediterranean. *Marine Life*, 9: 47-57.
- Marullo S. & Guarracino M. (2003). L'anomalia termica del 2003 nel Mar Mediterraneo osservata da satellite. *Energia, Ambiente e Innovazione*, 6/03: 48-53.
- Pedrocchi, E., (2008). Cambiamenti del clima globale: dubbi sul ruolo della componente antropica. *Emmeciquadro*, 32: 33-36.
- Silenzi S., Antonioli F. & Chemello R. (2004) A new marker for sea surface temperature trend during the last centuries in temperature areas: vermetid reef. *Global and Planetary Change*, 40, 105-114.
- Vacchi M., Morri C., Modena M., La Mesa G. & Bianchi C.N. (2001). Temperature changes and warm-water species in the Ligurian Sea: the case of the ornate wrasse *Thalassoma pavo* (Linnaeus, 1758) *Archivi Oceanografia e Limnologia* 22: 149-154.