



La salut del mar

Carles Bas

Institut de Ciències del Mar, CSIC, Barcelona

Correspondència: carlesbas@hotmail.com.

Segurament que el primer aspecte que cal deixar ben clar fa referència a com podem definir l'entitat que anomenem *mar*. Certament podríem referir-nos-hi com una massa d'aigua ubicada en unes fondalades —cubetes del planeta Terra—. Si bé això no és incorrecte, caldrà afegir-hi alguns trets que caracteritzen l'aigua del mar: la seva salinitat és una d'elles, sens dubte la més important. En segon lloc, i com a conseqüència de la salinitat, resulta que la massa marina no és uniforme, sinó que hi ha, diferenciades, masses amb característiques diverses. Aquestes característiques són principalment la temperatura i la salinitat. De la combinació d'ambdós paràmetres s'obté la densitat, que és el tret que caracteritza cadascuna de les diferents masses d'aigua marina. Darrerament, les diferents masses marines no són estàtiques, sinó que, segons les diferents característiques, juntament amb processos derivats de la mecànica terrestre directament o a través de la mecànica atmosfèrica, s'originen desplaçaments —corrents entre d'altres— amb producció o dispendi d'energia.

Precisament les característiques globals del medi marí, lligades en gran part a les característiques físicoquímiques de l'aigua, de la molècula d'aigua, permeten que el medi marí amb les seves particulars característiques, sigui especialment idoni per al manteniment de la vida, de l'activitat vital. Si per una banda es té en compte la dinàmica marina i per una altra es considera la dinàmica interactiva dels diferents éssers que en ella con-

viuen es dibuixa una estructura coneguda amb el nom d'ecosistema. Hom podria considerar que el conjunt, la totalitat del mar, constitueix un ecosistema global, ja que existeix un grau molt elevat d'interaccions entre els diversos components, pel que respecta a l'espai i al temps. Des d'un punt de vista pràctic, és interessant diferenciar la part més pròxima al fons, considerada com a ecosistema demersal o bentònic, i la resta del mar, amb especial atenció a la capa més superficial, considerada un ecosistema pelàgic. Si bé existeix una dinàmica global, cadascun d'aquests dos ecosistemes tenen algunes característiques dinàmiques que els són pròpies. És evident que, des d'un altre punt de vista, determinades zones del conjunt dels oceans poden ser considerades com a àrees o ecosistemes independents. Així, podem parlar de l'ecosistema mediterrani, o dels del mar Carib, de la zona del Sàhara, de la zona de les Malvines, entre d'altres. En bastants casos, aquestes individualitats, sempre mal delimitades, estan regides, particularitzades, per alguna circumstància oceanogràfica concreta, com succeeix per exemple en el cas dels corrents marins; així, es pot parlar de l'ecosistema o, millor dit, de la regió del corrent de Benguela, de Humboldt, etc. En els exemples esmentats, és més correcte parlar de zones, àrees o regions que d'ecosistemes, si bé en cada cas hom pot distingir l'ecosistema pelàgic i l'ecosistema bentònic.

Un concepte nou, però molt interessant quan es fa referència als problemes relacionats amb la pesca, és el de grans ecosistemes marins —LME (*large marine ecosystems*) en la versió anglesa—. És un concepte important perquè no sols abasta els aspectes estrictament marins, sino també les estratègies econòmicosocials en tant que aquestes afecten els recursos marins —la pesca—, part important en l'estructura dinàmica d'un determinat ecosistema.

Un aspecte que cal destacar ben clar és l'estreta relació que existeix entre els dos ecosistemes, el pelàgic i el bentònic. Si no existís el conjunt pelàgic amb el seu poblament planctònic, l'energia radiant d'origen solar no podria ser captada i integrada en la dinàmica productiva. És la fracció terminal d'aquesta activitat la que a través de mecanismes diversos arriba al fons, a l'ecosistema bentònic, i el vivifica, al mateix temps que la matèria orgànica és remineralitzada, permetent l'existència dels diferents nutrients —N, P, Si, etc.— necessaris per a la vida. Però al mateix temps, si no existissin mecanismes capaços d'eleva les aigües fondes, riques en els nutrients, fins a la proximitat de la superfície, el plàncton no es podria desenvolupar donant lloc al que es coneix com la cadena tròfica, que permet l'existència i el manteniment de la vida en els seus diferents estadis.

L'existència d'aquest mecanisme i d'altres d'interrelació és el que fa difícil la separació entre el que hem anomena ecosistema pelàgic i l'ecosistema demersal o bentònic.

Un altre aspecte molt important en la definició estructural del mar és el que es denominen les interfícies. Com en qualsevol sistema líquid heterogeni, les interfícies són les superfícies de contacte entre dues situacions distintes. El concepte és important no sols per la seva funció com a superfície separadora, sinó pel fet que a la interfície tenen lloc processos dinàmics i de flux fonamentals. Aquests fluxos són sempre de tipus energètic i freqüentment d'intercanvi de matèria. En primer lloc, les interfícies més conegudes són tres: la interfície atmosfera/mar, la interfície mar/fons i finalment la interfície mar/costa. Convé considerar, si bé s'hi ha prestat menys atenció, les interfícies corresponents a altres situacions. Abans s'ha fet esment de l'existència de diferents masses d'aigua, de corrents, etc. Doncs bé, les superfícies de contacte són també autèntiques interfícies, les característiques de les quals cal que siguin estudiades en el futur amb el mateix rigor, especialment pel que fa al balanç energètic.

Si totes les característiques esmentades, si els balanços energètics i materials es mantenen en els seus justos límits i amb una dinàmica adequada, podrà afirmar-se que el mar frueix de bona salut.

Els problemes de les interfícies i la seva labilitat

Sens dubte, la interfície atmosfera/mar és una de les que presenten una alteració més fàcil. La influència de les diferents circumstàncies atmosfèriques té variades conseqüències sobre la superfície del mar. Els vents intensos provoquen canvis en la superfície que poden donar lloc a mortalitats elevades en els alevins de moltes espècies de peixos que acostumen a viure arran de la interfície. Un altre aspecte que cal tenir en compte, si bé no es pot considerar com una manca de salut en tots els casos, és l'acció dels vents forts i persistents que originen una ràpida disminució adiabàtica de la temperatura i que pot causar un refredament brusc de la capa superficial i, en conseqüència, la mort de moltes de les espècies que hi viuen. En altres casos, aquest refredament dona lloc a un augment de la densitat i, en conseqüència, a l'enfonsament de les aigües superficials que han esdevingut més denses. És aquest el mecanisme que dona lloc a la formació de les aigües profundes a la Mediterrània. En altres ocasions, fums o pols originàriament en l'atmosfera es van dipositant per un simple pro-

cés de decantació i poden donar lloc a dues situacions completament diferents. En alguns casos, aquestes micropartícules contenen substàncies nutritives —N, Si, etc.— i, per tant, són beneficioses perquè permeten la producció de plàncton en aigües llunyanes de la plataforma continental. Així podria explicar-se l'existència d'àrees molt productives en oceans llunyans. En altres casos, les substàncies són tòxiques i poden donar lloc a greus pertorbacions en les poblacions que viuen prop de la interfície. També es coneix l'efecte que el vent té sobre la formació de temporals i fins i tot en alguns casos en pertorbacions dels propis corrents marins.

La interfície aigua/fons és també molt important no sols en les característiques de contacte, sinó també pel que fa a les aigües situades a grans fondàries. En aquestes zones, la gran pressió que suporten les molècules d'aigua fa que mantinguin una estructura espacial amb fortes interrelacions entre les molècules, cosa que fa que el fluid aigua tingui unes característiques semblants a les que tindria un gel de tipus col·loidal. Aquesta estructura de tipus físic té rellevància pel que fa al poblament biòtic, possiblement de tipus bacterià. Pel que fa a la interfície pròpiament dita, cal considerar diferents aspectes: la plataforma continental, el talús continental i les zones batials o abissals.

En la plataforma continental hi ha diverses subzones: les més properes a la costa tenen una dinàmica molt complexa a causa de la presència de formacions vegetals —algues i fanerògames marines—, d'àrees amb abundància de restes esquelètiques d'organismes amb estructures calcàries, formacions de tipus madreporari i/o coral·ligen, així com abundància de roques que poden modificar la dinàmica sedimentària i la zonació de les aportacions d'origen continental que es van dipositant en proporció directa amb el pes de les diverses partícules i la distància de la costa. En aquest sentit, la capa superficial guanya en finor de textura i en uniformitat. La segona zona correspon a la isòbata de 200 m, si bé aquest valor varia considerablement d'una zona a una altra. Una de les principals característiques és la inclinació, que fa que els dipòsits tendeixin a relliscar acumulant-se a la part baixa del talús. Altrament, en molts llocs del talús són presents nombrosos canals que són el reflex de rieres o rius continentals que han anat excavant-los, o bé en el cas de grans canonades, que poden tenir origen tectònic. La interfície d'aquestes canonades està dotada d'un fort dinamisme que pot variar d'intensitat depenent de les dinàmiques marines o atmosfèriques. L'efecte xemeneia pot donar lloc a ascensions de partícules o fluxos d'aigües superficials que en alguns casos poden afavorir tipus d'afloraments d'aigües profundes riques en nutrients en les capçale-

res d'aquestes canonades. Per altra banda, l'existència de fortes ventades en la mateixa direcció de la canonada afavoreix el descens d'aigües i fangs superficials i, en contrapartida, té lloc un procés ascendent que compensa la situació. En alguns casos, aquest efecte es constata fins a 800 m de fondària.

Finalment, en els grans fons batials/abissals s'acumulen fines partícules d'origen terrestre juntament amb els esquelets dels éssers planctònics de tipus calcari —cocolitofòrids i foraminífers— o silícic —radiolaris, diatomees, silicoflagelats— que caracteritzen amplies zones de les superfícies profundes. Fins aquí les característiques geològiques de la interfície mar/fons, però hi ha un aspecte molt important que fa referència a la captació biològica. En aquesta estructura es dona la major concentració de bacteris que es troben en la massa marina. Aquesta important biomassa bacteriana és l'encarregada de la remineralització de la matèria orgànica que des de la superfície es va dipositant sobre el fons. La seva activitat permet que aquesta matèria orgànica es transformi en compostos nitrogenats, silicats, carboni, etc., que, mitjançant processos d'aflorament, poden arribar a la superfície i nodrir les poblacions fitoplànctòniques que són l'origen de la cadena tròfica. Fins aquí les característiques normals de bona salut dels fons marins.

Les causes que propicien les condicions negatives cal buscar-les en els processos o les accions capaces d'alterar l'estructura de la interfície. En aquest cas, sens dubte, l'element més perjudicial està relacionat amb l'efecte destructor dels arts d'arrossegament. Tant l'art com les cordes i cables, així com les portes divergents, remouen greument la superfície dels fons, que es converteix en una gran polseguera. A més de les alteracions de tipus mecànic que causen, cal no oblidar que es provoca un considerable augment de la superfície de contacte entre l'aigua i el fons i això pot fer que es produeixin més reaccions químiques, no sempre favorables, per causa de fenòmens de catàlisi de contacte, ben coneguts en altres circumstàncies. Entre altres alteracions/manca de salut, aquest és un dels més importants. Entre moltes altres alteracions de la interfície mar/fons cal assenyalar les alteracions de l'estructura bacteriana, entre altres situacions, per la carència d'oxigen que pot donar lloc a la formació de sapropels, molt abundants en els fons de la Mediterrània oriental, així com en alguns llocs isolats de la part occidental.

La tercera interfície que és molt freqüentment i fortament alterada és la que marca el contacte entre el mar i la costa. Aquest contacte pot ser molt estable quan és de caràcter rocós o més fràgil quan és de tipus sorrenc —platges—. Amb independència de les alteracions que, via els temporals,

causen en la dita interfície, un factor humà que contribueix a les alteracions és la construcció d'estructures portuàries, i d'altres, com ara canonades de desguàs de depuradores, espigons que «pretenen» protegir la costa, junt amb altres tipus de construccions que alteren la dinàmica de la interfície. Aquestes construccions no sempre són en el mar. En alguns casos poden estar sobre terra ferma prop de la línia de la costa. Així, en la línia de la costa de Punta del Este (Uruguai) existia un equilibri dinàmic entre la influència terminal dels efectes de la convergència antàrtica, pertorbació que arriba fins a aquesta costa i els vents que bufen de la part continental. Periòdicament, el mar empeny la sorra cap a la costa, augmentant la formació de dunes i els vents rebaixen les dunes i retornen la sorra al mar. La immobilització de les dunes per la construcció de xalets i jardins sobre les mateixes ha trencat aquesta dinàmica i ha causat un greu perjudici a l'estabilitat de la línia costanera.

La construcció de ports i espigons altera de manera dràstica l'estructura de la dinàmica litoral causant la desaparició de sorres —platges— al nord de la construcció i així mateix, acumulacions anòmales al sud de dites estructures. Subsidiàriament, molts d'aquests ports, generalment de petites dimensions, es colmaten de sorra, cosa que obliga a freqüents dragatges per tal de deixar-los en condicions correctes. Altrament, la recuperació de les platges a partir del transvasament de sorres de la part submergida és causa de perjudicis més o menys greus de les poblacions biològiques que allí viuen, algunes d'elles de gran importància des del punt de vista de la pesca. Si bé personalment opino que aquests perjudicis són fàcilment recuperables, no per això deixen de ser una important alteració de la línia de costa, expressió de la interfície.

Unes altres interfícies que tenen molta importància corresponen a les següents estructures: la termoclina i la capa de difusió profunda. La primera es correspon amb un canvi de densitat causat principalment per una forta disminució del gradient de temperatura que, si bé disminueix en direcció al fons, és normal que entre 40 m i 100 m experimenti una forta disminució. Aquest fet dóna lloc a l'existència d'una capa més densa en la qual el plàncton superficial sembla quedar retengut. Les variacions en la profunditat o en l'estructura d'aquesta làmina o interfície té molta importància en la dinàmica productiva del mar. En la proximitat del fons, en moltes ocasions, és possible constatar l'acumulació de petits organismes, principalment macrozooplàncton —crustacis i peixos lluminosos—. Aquesta làmina, coneguda amb el nom anglès *deep scattering layer* és important pel que fa a l'alimentació de moltes espècies que viuen en el

fons. La desaparició o migradesa d'aquesta estructura es reflecteix en una disminució important del poblament macrobentònic. Evidentment que, a diferència de les anteriors estructures, aquestes dues últimes no poden ser alterades pels humans de manera directa, però sí és cert que les seves alteracions són molt importants pel que fa a la dinàmica productiva global.

Encara és important assenyalar, com s'ha dit més amunt, que el mar no és una massa uniforme sinó que està formada per diverses masses fàcilment identificables. Doncs bé, les superfícies que separen aquestes masses caldrà considerar-les com a altres tantes interfícies. Són especialment importants pel fet que el refregament entre dues masses d'aigua sempre dóna lloc a la generació d'energia. Són interfícies energèticament actives, i això té molta importància, no tan sols des del punt de vista de la dinàmica marina, sinó també pel que fa a un procés més directament lligat al fet biològic, com per exemple la possible particularització de la matèria orgànica dissolta, entre d'altres.

Canvis en el medi

Fins aquí s'ha prestat especial atenció a possibles alteracions de l'estructura del mar a partir del fet que les estructures limitants —interfícies— són les que el defineixen. Per tant, la seva alteració, pel motiu que sigui, natural/intern o artificial/extern, són causa evident de manca de salut en el conjunt del sistema marí. A continuació es prestarà atenció a aspectes més coneguts pel que fa a les alteracions del medi. En primer lloc es prestarà atenció als processos d'eutròfia greu, que en molts casos donen lloc al que s'anomena «marees roges». Els altres dos factors que són causa de les alteracions més importants són la pesca i la contaminació. Són, sens cap mena de dubte, els dos factors causants de les formes més greus de l'alteració de la salut del mar. El primer actua per extracció, retirada de certes espècies de pobladors del medi marí, i el segon per addició de substàncies de diferents tipus i procedències que alteren la salut del mar. Totes dues són alteracions molt greus i encara que en general es tendeix a considerar que la contaminació és molt important, aquí es pretén demostrar que el procés més incisiu i greu és senzillament la pesca.

Marees roges. Una de les pertorbacions més freqüents són les marees roges. Aquestes situacions es donen sempre que les temperatures experimenten un sensible increment coincidint amb situacions d'eutròfia, espe-

cialment en els nivells superficials o subsuperficials. Quan es donen conjuntament ambdues circumstàncies en el context d'una massa d'aigua de característiques ben definides i independents, certes cèl·lules sempre presents en el fitoplàncton, materialment exploten donant lloc a la formació de denses masses d'aquestes microalgues, que per la seva coloració lleugerament rogenca donen lloc al nom amb que es coneixen aquestes aglomeracions d'algues. El perill de les marees roges es deu a les característiques tòxiques dels seus components. Les espècies que amb més freqüència donen lloc a la formació de les marees roges són la *Noctiluca* sp. i espècies varies del grup de les dinoflagelades, entre les quals cal destacar *Gonyaulax* sp., algunes espècies de gènere *Ceratium* i també del gènere *Gymnodinium*. En algunes zones de l'alt Adriàtic, el mal temps arrenca grans quantitats de diatomees del fons, que s'acumulen en les aigües superficials donant lloc a l'existència de masses, en aquest cas de tonalitats grogues-terroses característiques.

El perill de les marees roges és que produeixen greus intoxicacions, en particular a les espècies que s'alimenten filtrant l'aigua del mar, animals filtradors, com succeeix en molts mol·luscs i també en peixos que filtren plàncton. Si bé en alguns casos aquests animals resisteixen la toxina, no passa així quan els humans s'alimenten dels filtradors, que els poden produir greus perturbacions i fins i tot la mort. El que és més important des del punt de vista del que aquí s'està examinant és que en tots aquests casos es tracta d'una greu perturbació de la salut del mar. Altrament la producció massiva de matèria orgànica acaba decantant-se en el fons, on la seva reducció dona lloc a una disminució, que pot ser greu, dels nivells d'oxigen de les aigües de prop del fons amb greu perill per a les espècies que viuen en aquestes zones.

La pesca. En diferents ocasions, la pesca ha estat considerada com un procés de extracció/selecció que causa una certa alteració, generalment molt important, dels ecosistemes marins. Normalment els esforços realitzats per tal de pal·liar l'efecte destructiu de l'acció de la pesca han anat encaminats a preservar o recuperar el recurs explotat. Actualment s'ha anat obrint pas la visió global de l'efecte de la pesca no sols sobre el recurs, sinó més especialment el seu efecte desequilibrador en la dinàmica i en l'estratègia de l'ecosistema a què pertany l'estoc explotat. És des d'aquest punt de vista que s'assajarà de dur a terme una reflexió sobre l'efecte de la pesca, pel que fa a la salut del mar.

El primer punt de reflexió està relacionat amb l'objectiu principal de la

pesca. En les grans pesqueries el que es pretén obtenir és una determinada espècie —espècie objectiu— sense fer esment del dany que es causa a les altres espècies acompanyants. Si es té en compte que la situació òptima en el desenvolupament d'un ecosistema correspon a aquella en la qual és perceptible una situació d'equilibri dinàmic, tot seguit esdevindrà molt clar que l'extinció massiva i sistemàtica d'una determinada espècie, no sempre la més abundant, però sí la més cobejada per raons de tipus econòmic, provocarà en no massa temps un deteriorament de l'esmentat equilibri dinàmic. Així, per exemple, la important pesqueria de pops (*Octopus vulgaris*) en la plataforma sahariana representa l'extracció d'una de les espècies importants en la zona, però no pas la que representa la major biomassa. En cadascuna de les cadenes, la quantitat de les espècies acompanyants pot ser fins i tot superior a la dels pops —espècie objectiu—.

En la regió atlàntica de l'est del Canadà i Estats Units, la zona dels Grans Bancs, l'espècie objectiu és sens dubte el bacallà (*Gadus morhua*). L'explotació intensíssima a què les flotes de diferents països han sotmès aquestes poblacions les ha conduït a la seva quasi total extinció. Així també es podrien mencionar altres pesqueries en les quals, a fi de beneficiar-se d'una determinada espècie, s'ha arribat a destruir sense cap sentit bona part de les altres espècies acompanyants. Aquesta actuació de la pesca podria pensar-se que és perjudicial en tant que destrueix greument les reserves de l'espècie principal i també per la gran quantitat d'espècies acompanyants. Però segurament no són aquests dos aspectes els més greus i perjudicials, sinó que l'efecte més perjudicial i el que costa més de recuperar és la destrucció de l'equilibri dinàmic abans esmentat o el que és el mateix, la destrucció de l'ecosistema. És en aquest sentit que la pesca és la causant de una de les més greus alteracions de la salut del mar. Aquesta situació és formalment molt greu, no sols pel fet mateix d'alterar les característiques de l'ecosistema, sinó per la dificultat d'aconseguir una adequada recuperació. Aquesta dificultat no sols prové tots els factors que cal tenir en compte quan es plantegen les possibles estratègies per tal d'intentar assolir aquesta restauració, sinó pel fet que no és segur que fins i tot en el cas que s'aconsegueixi una reestructuració, l'espècie objectiu de l'activitat pesquera tingui la mateixa importància relativa que tenia abans de l'alteració del seu ecosistema. Un exemple molt interessant del que s'acaba d'esmentar el trobem en l'explotació pesquera de la plataforma sahariana i en concret pel que fa als recursos demersals. Primitivament, l'espècie objectiu va estar constituïda pel grup dels espàrids-pagells, besucs, càntares, etc., que tenien una gran importància econòmica i també constituïen una

part molt important de la biomassa del fons. La progressiva explotació d'aquestes espècies fins al seu esgotament, almenys des del punt de vista econòmic, va provocar un fort desequilibri en l'estructura de l'ecosistema demersal. Aquesta alteració permeté l'aparició i molt important expansió d'una espècie que fins aleshores es mantenia limitada per l'acció depredadora dels espàrids, els seus depredadors naturals. Des del punt de vista de l'estratègia de la pesca, el canvi ha estat casualment beneficiós a causa del major valor econòmic dels pops, espècie oportunista que ha passat a ocupar la situació predominant tant des del punt de vista de l'activitat pesquera com pel que fa a la dinàmica de les poblacions. Si bé en aquest cas el canvi ecològic ha estat fins i tot beneficiós, no succeeix així en la majoria de les altres situacions de col·lapse i/o alteració de l'ecosistema.

Situacions una mica diferents es troben en l'explotació d'ecosistemes més particulars, com és el cas de grups d'espècies que viuen en els fons del talús o menys freqüentment en els fons quasiabissals. En aquests casos, es tracta de poblacions generalment constituïdes per pocs components i és possible que l'acció de la pesca, encara que dirigida especialment a la captura d'una determinada espècie —espècie objectiu— impacti per igual les altres espècies. En aquest cas, si bé la biomassa global disminueix, pot donar-se el cas que la composició relativa segueixi mantenint-se i en aquestes circumstàncies és possible considerar que l'ecosistema, encara que progressivament més empobrit, manté la seva estructura. Aquesta circumstància sembla donar-se en l'explotació del talús mediterrani, on les espècies presents són relativament poques: gambes, escamarlà, maire, lluç, bròtoles, amb algunes poques espècies acompanyants, que en general no tenen valor econòmic. No obstant això, una espècie considerada típica d'aquestes fondàries, el celenterí *Isidella elongata* ha estat pràcticament eliminada. En aquest cas, possiblement una disminució/aturada de l'activitat pesquera es podria esperar que donés lloc a una recuperació equilibrada de l'ecosistema degradat per l'acció de la pesca, sense que es produís un canvi en l'estructura dels seus components. Aquesta situació, que es podria considerar menys perjudicial pel que fa a la destrucció dels ecosistemes, és, no obstant això, ocasional, ja que la major part de les grans explotacions tenen lloc a la plataforma continental.

En defensa de la pesca, es podria objectar que altres modalitats, a part de l'arrossegament, no causen tants danys al conjunt del sistema. Això és cert ja que altres estris de pesca, com per exemple les nanses, palangres, poteres, trasmalls, etc., són altament selectives. Fins i tot els grans arts d'encerclament actuen preferentment sobre una espècie concreta —sardi-

na, ceitó, alatxa, maleta, sorell, etc. — en el cas dels peixos petits i mitjans pelàgics, i tonyines, bonítols, peix espasa i d'altres, en el cas dels grans migradors. En aquests casos, d'alguna manera l'acció es pot considerar encara més perjudicial ja que retiren del medi marí grans quantitats d'una determinada espècie amb un greu desequilibri del conjunt de l'ecosistema. Si es tracta dels petits pelàgics, s'eliminen una gran quantitat d'espècies que serveixen d'aliment als grans depredadors i en el cas dels grans migradors són precisament els depredadors els que són eliminats. El resultat és sempre un greu desequilibri en l'estructura poblacional, molt difícil de recuperar. En qualsevol dels casos esmentats es produeix un fort/greu deteriorament de l'ecosistema i, en conseqüència, la seva recuperació resulta problemàtica. És per tant un greu deteriorament de la salut del mar, i la seva recuperació és molt difícil i, com ja s'ha esmentat, no assegura la recuperació plena de l'espècie objectiu en les mateixes condicions en què es trobava abans de l'acció de la pesca.

En aquest mateix ordre d'idees cal remarcar l'efecte altrament perjudicial causat per l'aplicació de la pesca amb xarxes de deriva de grans dimensions emprades per a la pesca de túnids i peix espasa. Amb independència dels danys que pugui causar sobre els estocs d'aquests grans migradors/depredadors, hi ha un efecte col·lateral extraordinàriament greu: es tracta de la mortalitat sobre els dofins, l'abundància dels quals ha disminuït considerablement des que s'han aplicat intensament aquests mètodes de pesca. Si és greu la forta disminució dels estocs de petits pelàgics en tant que representa la baula de la cadena tròfica que permet l'existència dels grans depredadors, igualment la situació esdevé perjudicial pel que fa als components últims de la dita cadena tròfica. Hom pot considerar la importància d'aquesta massiva eliminació si hom recorda l'efecte pernicios del foc quan crema un bosc eliminant-ne els arbres, últims elements de l'ecosistema vegetal terrestre. Finalment, un altre aspecte que mostra amb claredat l'efecte perjudicial del desequilibri que pot produir la pesca, en aquest cas combinada amb la caça, té relació amb la captura de les balenes. Aquests grans cetacis, i aquí es fa relació especial dels cetacis mistomicets, s'alimenten especialment de les importants masses que en l'oceà antàrtic forma un petit crustaci eufausiàcid —*Euphasia superba*— molt abundant en aquelles aigües. Doncs bé, l'equilibri existent entre l'abundància d'aquesta espècie, la població de balenes, la de pingüins i altres mamífers marins és greument desequilibrada tant per l'excessiva caça de balenes, que permet una sobreabundància d'eufausids, com per la pesca massiva que s'ha intentat, si bé amb poc èxit, d'aquesta espècie, cosa

que deixa sense recursos alimentaris els seus depredadors. Aquest tipus de pesca, pesca multiespecífica, mostra la dificultat de mantenir l'equilibri dinàmic assolit per un ecosistema al llarg de la seva evolució natural. En aquest cas, tant la caça dels grans cetacis o altres mamífers marins —llops marins, morses, etc.— com la pesca de l'*Euphasia*, provoquen la destrucció de l'equilibri i en són perjudicades les poblacions de les diferents espècies de pingüins.

Totes aquestes situacions que s'han comentat no són més que una col·lecció d'exemples que ens il·lustren sobre el greu efecte de la pesca sobre la salut del mar.

Contaminació marina

De tots els aspectes perjudicials per al mar, sens dubte que l'apreciació més generalitzada fa referència a la distorsió causada per l'arribada al medi marí de substàncies que n'alteren d'alguna manera les característiques naturals. En termes molt generals podem considerar que l'origen d'aquests elements contaminants és: terrestre, aeri o bé procedeix dels elements que solquen els mars especialment els navilis de transport, sense menystenir altres fonts de contaminació.

Contaminació d'origen terrestre. Una part molt important de les aportacions de substàncies de tot tipus, tòxiques o no, que van a parar al mar són d'origen terrestre. En moltes ocasions són els residus de l'activitat industrial, en altres són substàncies perjudicials, policlorobifenils (PCB), organoclorats i d'altres que són emprats en els conreus —plaguicides, insecticides, restes d'adobs, etc.— i que són molt tòxics i generalment no degradables. Però en alguns llocs els contaminants més greus i perjudicials són les restes i deixalles produïdes per les aglomeracions urbanes, ja sigui prop de la costa o bé en la proximitat dels grans rius. Si es té en compte que en l'actualitat la major part de la població humana es troba ubicada prop de la costa —interfície aigua/costa— tot seguit serà palesa la gran quantitat de matèria, principalment de tipus orgànic, que va a parar al mar. Si bé es podria pensar en la instal·lació de depuradores, per tal de pal·liar total o parcialment aquests efectes nocius, en algunes zones en particular de forta implantació turística, aquesta pràctica esdevé ineficaç en general perquè en la temporada turística serien necessàries depuradores

molt potents, innecessàries la resta de l'any. Això implica una despesa econòmica no sempre assumible. Aquesta situació fa referència sempre a costes situades en els països del primer món, però cal no oblidar la gran importància que tenen les costes i enormes aglomeracions humanes que es troben en les costes dels anomenats països en desenvolupament, en els quals són pràcticament inexistents les pràctiques de depuració. Cal no oblidar que en algunes d'aquestes costes s'han desenvolupat importantíssims complexos turístics, promoguts en la major part dels casos per empreses situades en el primer món amb escassa o nul·la atenció a aquest tipus de problemes.

Per posar un exemple il·lustratiu, penseu tan sols en les aportacions contaminants en l'arc mediterrani que s'estén des d'Almeria fins a les illes toscanes, Elba i acompanyants. Aquesta amplia i variada costa mediterrània mostra situacions ben característiques: per una banda, cal assenyalar les aportacions dels rius, amb especial incidència del Roine i de l'Ebre. Per altra banda, la totalitat de la costa es caracteritza per una fortíssima implantació turística —Costa Blava, Costa Brava, costa alacantina, Illes Balears, etc.— amb molts problemes que aquesta estructura comporta com ja s'ha assenyalat més amunt. I finalment cal fer esment de l'existència de nombrosos nuclis urbans —Gènova, Marsella, Barcelona, València, etc.— amb el seu gran potencial contaminador. En aquest context, és important assenyalar que mentre que el Roine arrossega cap al mar bona part de la gran quantitat de les deixalles de la indústria pesada europea —centroeuropea—, l'Ebre, a l'igual que altres rius menys importants com són el Túria, Xúquer i Segura, envien al mar bona part dels contaminants d'origen agrícola relacionats amb la forta productivitat agrària de les seves conques fluvials. Aquesta zona de la Mediterrània és un bon exemple de com es produeixen i s'interconnexionen les diferents fonts de contaminació marina d'origen terrestre.

Aquestes potents fonts de contaminació caldrà considerar-les en relació als seus efectes nocius, com a un gran atac a la salut del mar, però reduït en la major part dels casos a la franja costanera a causa no sols del poder dispersor del mar en general, sinó especialment per l'efecte potentíssim dels corrents que circulen prop de la costa. En resum, aquest tipus de contaminació és causa d'una greu alteració de la salut del mar en una zona més o menys àmplia del litoral.

Contaminació d'origen atmosfèric. És clar que els contaminants procedents de l'atmosfera no s'han originat en ella, sinó que provenen de situacions o processos que tenen lloc a la terra emergida. En una repassa-

da molt ràpida i esquemàtica es poden distingir dos grans grups: aquells constituïts per partícules de gra molt fi i que per tant poden romandre en suspensió durant bastant temps a l'atmosfera i els fums o aerosols que es troben barrejats amb l'aire. Al llarg del temps, tots aquests productes acaben decantant-se sobre la terra ferma i pel que fa al tema que ens ocupa, sobre la superfície del mar. La decantació de partícules moltes procedents de les àrees desèrtiques, té poca importància pel que fa a possibles alteracions del medi marí. Altra cosa són les partícules procedents de l'activitat humana, com ara fàbriques, i fins i tot les explosions volcàniques. En aquests casos dependrà de la naturalesa tòxica o innòcua de les partícules en suspensió. Aquestes partícules a voltes formen estrats molt densos, s'expandeixen sobre grans superfícies i els seus efectes impacten àrees molt llunyanes de la costa.

En el cas dels fums i aerosols, la seva decantació es produeix de diverses maneres, però sens dubte la pluja és un dels vehicles més actius. L'arribada d'aquestes substàncies es pot considerar perjudicial encara que no sempre. La seva principal característica és la de poder actuar lluny dels seus orígens. Quan les substàncies que es troben en aquests fums estan formades principalment per compostos nitrogenats, fosforats, etc., en altres paraules, per substàncies del tipus de les que constitueixen els nutrients minerals del medi marí, la decantació d'aquestes substàncies pot permetre l'existència d'àrees d'alta productivitat en zones on l'aflorament no seria possible per la gran profunditat del fons. En aquest cas, lluny de ser perjudicials, són molt beneficioses i permeten importants produccions i abundància de vida on normalment no seria d'esperar. En altres ocasions, substàncies com el diòxid de carboni, que es produeix en grans quantitats com a resultat de l'activitat humana, pot anar a parar al mar, alterant de forma greu les seves característiques, sembla que fins i tot el seu grau d'acidesa, amb una important alteració de la salut del mar i de la vida marina.

Contaminació provinent dels elements de diferent tipus que solquen el mar.

Finalment, una altra font de contaminació són les deixalles i vessaments de diferents tipus procedents dels navilis que solquen els mars. Es tracta bàsicament de dos tipus de vessaments: per una part, residus de l'activitat humana, menjar, restes de diferents orígens, subproductes, etc. Per altra banda, el vessament de combustibles i altres compostos, olis, etc., relacionats amb el mecanisme de navegació. En principi es podria considerar que aquestes accions sempre perjudicials poden consi-

derar-se anècdotes pel que fa a la salut del mar. Però alguns exemples ens permeten constatar l'alta incidència del seu efecte. En primer lloc, si bé és prescrit que les deixalles de les embarcacions siguin emmagatzemades i descarregades en els ports, aquesta norma s'incompleix moltes vegades. Grans quantitats de deixalles de tipus impensable s'han recollit, per exemple, de les grans profunditats de la Mediterrània. Està igualment prohibit buidar o netejar sentines i dipòsits a mar obert, cosa que es practica amb certa freqüència. En mars com la Mediterrània, amb un trànsit marítim molt elevat, les conseqüències són catastròfiques.

Finalment, els accidents de diferents tipus que ocasionen vessaments de combustible —*Exxon Valdez*, *Prestige*, etc.— donen lloc a gravíssimes pertorbacions del medi marí afectant tant la interfície mar/costa com la mar/fons. Resumint, és possible afirmar que amb independència de l'extraordinària capacitat del mar per recuperar-se, la salut del mar està en molts llocs sèriament amenaçada.

Bibliografia

- Bas C (2002) El mar Mediterráneo: recursos vivos y explotación. Ariel Ciencia, Barcelona
- Bas C, Maynou F, Sardà F, Leonart J (2003) Variacions demogràfiques a les poblacions d'espècies demersals explotades els darrers quaranta anys a Blanes i Barcelona. Institut d'Estudis Catalans, Arxiu de Ciències CXXXV
- Heppell S, Pfister C, Kroon H (2000) Elasticity analysis in population biology. Methods and applications. *Ecolog* 81:605-708
- Jennings S, Greenstreet S, Reynolds J (1999) Structural change in an exploited fish community: a consequence of differential fishery effects on species with contrasting life histories. *J Anim Ecol* 68:617-627
- Pitcher TJ (2001) Fisheries managed to rebuild ecosystems? Reconstructing the past to save the future. *Ecol Applic* 11:601-617