

Veritat i ficció en els aquaris

Jordi Flos

Departament d'Ecologia, Facultat de Biologia
Universitat de Barcelona



Visita comentada per a un grup d'escolars a l'Aquàrium de Barcelona

1- A la vora del mar

Jo no sé quan em vingué l'afició a la naturalesa. Devia ser molt nano, als llargs estius passats a l'Ocata. Potser quan anàvem amb la tjeta a berenar als garrofers, entre el Masnou i Teià, quan pescava capgrossos a ca l'Antònia de la Font, o quan, probablement abans i tot de saber nedar, mentre les mares prenien el sol a la platja, em dedicava a pescar amb les mans, entre les restes d'algues bressolant-se al regueró sobre la sorra granada del fons, aquells curiosos peixets llargaruts, verds, grocs o torrats, amb boca de trompeta. Llavors, agafava la galleda, l'omplia d'aigua de mar, hi posava quatre pedretes, uns bocins d'algues i hi deixava nedar aquelles bestioles intrigants. Aquell primitiu aquari de platja era, per principi, efímer: quan la mare cridava a formar per anar amunt a dinar, lliurava amb certa recança els estimats presoners al seu medi. Abans de fer-ho, però, me'ls remirava apropant tant com podia els ulls a sobre de la galleda. Així, l'ombra del meu cap impedia l'entrada directa del sol i la llum que es filtrava per les parets translúcides del plàstic creava un entorn íntim, que amb la meua imaginació ampliava tant com volia, per fruit per última vegada aquell dia, les maldestres capbussades que, amb un metre d'aigua, m'havien proporcionat tant de goig una estona abans.

2- Models a escala

Des de fa uns anys, al Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona, fem fer una pràctica als alumnes que estudien sistemes aquàtics, consistent a reproduir en un aquari el procés de formació de la termoclina. Explico tot seguit què és això de la termoclina.

La temperatura de l'aigua del mar (o la d'un llac) a l'estiu no es distribueix uniformement amb la fondària: està més calenta a dalt que a baix. A partir de la primavera, la longitud del dia creix i el sol escalfa per dalt el mar. La llum penetra dins l'aigua, però no arriba gaire avall. De fet, fins i tot en les aigües més clares de la Mediterrània, a partir de 100 metres de fondària la foscor és total. En el camí, de dalt a baix, la radiació solar és absorbida i cedeix la seva energia calorífica al líquid, el qual s'escalfa. L'aigua calenta, que és menys densa que la freda, sura per sobre, i com més sura, més costa que es barregi amb la de baix. Per barrejar-se cal que bufi vent i que hi hagi onades, però l'efecte de barreja d'aquestes no penetra gaire. Per això, quan arriba l'estiu, trobem a dalt una capa d'uns quants metres d'aigua relativament calenta, sovint ben barrejada per efecte del vent i les onades, i just per sota una davallada brusca de la temperatura. Aquesta capa de canvi brusc de temperatura s'anomena termoclina, i és típica de tots els sistemes aquàtics (mars o llacs) de la regió temperada durant l'estiu.

Fixeu-vos que estem parlant de metres en la vertical. Davant de Barcelona, per exemple, en ple estiu la capa superficial ben barrejada i calenta (d'uns 21-24 °C) pot ser de 10 o 20 metres de gruix, la zona de canvi brusc de la temperatura (que passa de 20 a 15 °C), pot tenir uns 10 metres, i per sota, a partir d'uns 30 metres, la temperatura sol anar disminuint gradualment fins a assolir la mínima

temperatura d'uns 13°C (que es troben a partir d'uns 100 o 200 metres i fins al fons). Encara que sembli impossible posar una cosa tan gran dins d'un aquari de tan sols 30 cm de fondària, resulta relativament simple.

El procés de formació del perfil vertical de la temperatura al mar depèn bàsicament de dos paràmetres. En primer lloc tenim que la radiació solar és absorbida per l'aigua seguint una llei senzilla: si considerem que la columna d'aigua està formada imaginàriament per capes horitzontals superposades, entre la radiació que entra per dalt en una capa i la radiació que surt per baix de la mateixa capa, hi ha una relació constant. És a dir, la quantitat de radiació que s'absorbeix a dins de la capa és proporcional a la quantitat de radiació que hi arriba i al gruix de la capa. Les matemàtiques són ben senzilles:

Radiació que surt per sota de la capa = radiació que entra $\times$ coeficient d'absorció $\times$ gruix. Si fem els càlculs usant capes molt primes, resulta una llei matemàtica molt ben coneguda anomenada exponencial negativa, la qual queda perfectament definida per un únic paràmetre, que és el coeficient d'absorció. Amb un coeficient d'absorció de 0,05 m⁻¹, típic d'una mar molt neta i cristallina, podem calcular fàcilment que a 100 metres de fondària hi arribarà menys d'un 1% de la llum que entra per la superfície del mar. És a dir, que a 100 metres la foscor serà quasi total.

En el nostre aquari experimental cal doncs que al fons (d'uns 30 cm) hi arribi menys d'un 1% de la llum de dalt. Com fer-ho? Cal que substituïm el sol per una llum que sigui absorbida amb molta més eficàcia per l'aigua. Sortosament en aquest cas, la radiació solar és una barreja de longituds d'ona, o sigui de colors, que van des del blau-violat, fins a l'infraroig (passant pel verd, el groc i el vermell). La radiació blava és la que menys s'absorbeix i la que arriba més avall, mentre que la vermella, i encara més l'infraroig (la calorífica, que resulta als nostres ulls invisible), s'absorbeix molt ràpidament. Concretament, en el nostre experiment posem una bombeta que dóna llum infraroja, i que és absorbida per l'aigua amb un coeficient d'absorció de l'ordre de 15 m⁻¹ (és a dir, 300 vegades més intens que els 0,05 que havíem usat abans pel mar i el sol de veritat). El resultat és que des del punt de vista de la generació de les capes calentes de dalt i fredes de baix, hem obtingut així un mar comprimit més de 300 vegades: una capa de 100 metres de mar ens ha quedat reduïda a 0,3 metres.

He dit abans que la formació de la termoclina depenia de dos paràmetres. Així, el coeficient d'absorció de la llum per part de l'aigua n'és un, mentre que l'altre fa referència, evidentment, a la barreja. Aquesta és la responsable, al mar, de fer que la calor absorbida a les capes altes penetri cap avall amb eficàcia. Si no hi hagués turbulència, la calor s'acumularia en una prima capa superficial i a pocs metres per sota de la superfície pràcticament no hi arribaria prou radiació calorífica per a fer pujar significativament la temperatura de l'aigua. En el mar, aquest segon paràmetre, que anomenarem coeficient de difusió turbulenta vertical del calor, pren un valor tal, que per una capa superficial ben barrejada de l'ordre dels 10 metres, el temps necessari per a fer moure un paquetet d'aigua en direcció vertical a través d'aquesta capa pot variar entre una hora i un dia, segons si



Sala oest de l'aquari del Museu Oceanogràfic de Mònaco

fa més o menys vent. En el nostre mar de butxaca, en l'aquari, la capa superficial barrejada hauria de ser de l'ordre d'entre 5 i 10 cm. Per obtenir una capa barrejada a l'aquari, podem fer vent amb un assecador de cabells o amb qualsevol mecanisme suau i que treballi uniformement sobre la superfície de l'aquari. Si deixem l'aigua totalment quieta, la capa superficial barrejada serà imperceptible. És per això que no costa gens ficar el mar en un aquari quant a la barreja vertical.

El que sí variarà en l'experiment respecte al mar serà l'escala temporal adequada per veure com es forma la termoclina. Al mar, en ple estiu, una termoclina ben formada a una profunditat d'uns 20 metres triga a fer-se de l'ordre d'un parell de mesos. Al laboratori, la llum que posem sobre l'aquari serà en proporció respecte al mar més potent que el sol (més energia calorífica per unitat de temps i per unitat de superfície d'aigua), però serà una llum que penetri molt poc, i el coeficient de difusió serà molt més petit que en el mar. Llavors, en tan sols una o dos hores, podem fer la termoclina de butxaca.

2- La vida a escala

Hem ficat doncs una columna de mar de l'ordre de 100 metres en un aquari de tans sols uns 30 cm de fons. Què passarà ara si volem que en el nostre tros de mar a escala hi hagi peixos? Com aconseguir que a l'aquari hi visqui un vol de sardines per exemple? Hem reduït la fondària més de 300

vegades, però només per a copiar l'estructura tèrmica del mar. Podem també reduir les sardines unes 300 vegades? És a dir, trobariem sardines de mig mil·límetre per al nostre mar de butxaca?

De fet, no només no trobaríem aquestes minisardines, sinó que en general els animals i les plantes no admeten escalats com el que hem aconseguit per l'aigua en el cas de l'estudi de la termoclina. La seva vida depèn de molts més paràmetres ambientals. Els que fan referència a l'aigua podrien en alguns casos ser escalats una mica, però els que afecten la biologia no són escalables.

Hom podria pensar que en tot cas, podríem substituir uns animals grossos per uns de petits. En altres paraules, podríem intentar ficar animalets del plàncton (que poden tenir mig mil·límetre de longitud) en lloc de les sardines, per tal que es comportessin com peixets en miniatura. En aquest cas, ens trobaríem amb un problema insoluble. Tant el plàncton, com les sardines, necessiten aigua per viure, i aquesta té una viscositat que no podem modificar. Per tal que un animalet de mig mil·límetre nedés talment com un peix en l'aigua del nostre aquari, com ho fa una sardina de 15 cm al mar, el líquid de l'aquari hauria de tenir una viscositat que hauria de ser, pel cap baix, 1000 vegades inferior a la viscositat de l'aigua.

I si en el nostre aquari hi ficavem només organismes microscòpics? Aquests no caldria "escalar-los"! Llavors passa una cosa ben curiosa, un efecte que els científics

anomenen “de confinament”. El que passa és que la relació entre el volum de l'aigua de l'aquari i la superfície de parets que toca a l'aigua, és tan més petita de la que correspon a un tros de mar, que tot plegat es comporta d'una manera totalment diferent. Els científics estudien sistemes d'aquesta mena, que anomenen “microcosms” quan són relativament petits, o “mesocosms” quan tenen unes desenes de metres de grandària. Els estudis en sistemes reduïts han aportat i aporten coneixements molt interessants sobre el funcionament de la natura i de certs tipus d'organismes i llurs relacions.

3- Bestioles captives

Així doncs, el que no podem fer és reduir un tros de mar, o de llac, a la mida d'un aquari si hi volem incloure la biologia. El que sí podem fer sempre, és senzillament posar animals o plantes, petits o grans, en un volum d'aigua reduït. De fet, això és el que es fa en els aquaris, el mateix que es fa amb un lleó o una girafa quan els exhibim al zoo.

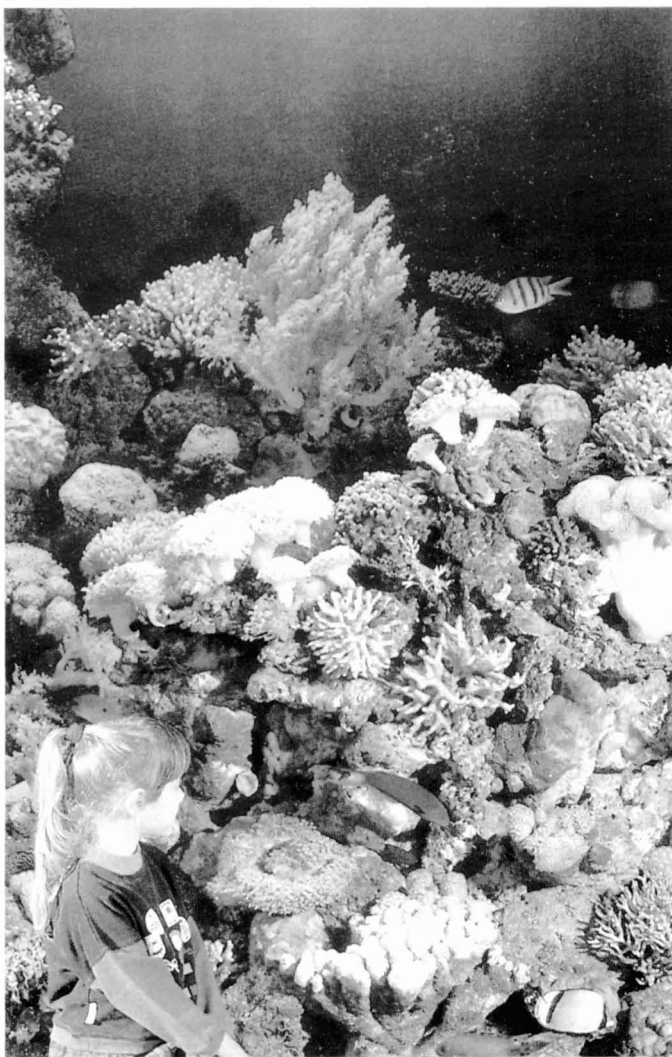
En els zoològics urbans antics (“cases de feres”), les bèsties es ficaven en gàbies. El que es buscava era simplement mostrar vives, aquelles bèsties quasi mítiques que vivien a l'Àfrica i que havien anat omplint (les seves pells i esquelets) els gabinets de curiositats, els museus d'història natural, o els salons dels caçadors adinerats. Més tard, s'intentà anar millorant la vida en captiveri d'aquells pobres animals, i s'ampliaren les gàbies, es substituïren les reixes per fossars de seguretat, i ja en espais més grans i a l'aire lliure, s'hi afegiren decorats i algunes plantes.

Tant en els zoològics com en els aquaris, hi ha hagut intents no només de fer decorats, sinó de transportar tot un tros d'ambient, viu, propi del lloc on l'animal o els animals viuen en llibertat. Per un costat es tracta de fer un decorat més realista, per l'altre, d'aconseguir una aclimatació més bona que afavoreixi, per exemple, la reproducció en captiveri de les espècies interessants o en perill d'extinció. Però això no funciona.

Ja us he explicat al principi que ja de molt petit havia estat atret pels animals i les plantes. Quan encara no sabia què era un aquari, ja me n'havia muntat més d'un, i com que ningú de casa era aficionat al tema, m'ho vaig anar fent tot sol. No vaig trigar gaire a decidir quin era el tipus d'aquari que més m'agradava. Jo hi posava tot el que podia arreplegar d'una bassa: algues, capgrossos, insectes, etc.. I llavors, deixava que anés fent pel seu compte. Era increïble! Tanmateix, ràpidament vaig adonar-me de les limitacions. Així per exemple, quan els capgrossos s'havien convertit en granotes, s'acabava la història perquè aquestes bèsties necessitaven més espai i un tipus d'aliment que no els podia oferir al pis de Barcelona. El mateix passava amb les larves de libèl·lula.

De tota manera, s'ha de reconèixer que es poden aconseguir aquaris d'aigua dolça que funcionen força bé. N'he arribat a tenir de força salvatges: aquaris amb peixos, plantes i altres “coses”, que mai alimentava ni netejava, que s'ho muntaven tots sols. A mi em semblaven els més bonics del món, però la meua dona no compartia aquesta opinió...

El problema quan hom vol ficar la natura en un pot, per



Vista parcial de l'escull de corall viu al Museu Oceanogràfic de Mònaco



L'escull de corall viu a la sala oest del museu

gran que sigui, és que automàticament talla l'ecosistema d'una manera artificial. S'han fet molts intents i hi ha hagut molts fracassos. Recordo en especial un "fracàs" que vaig veure fa anys i si no recordo malament al Smithsonian de Washington. Van intentar posar en un aquari (molt gran, lògicament) un tros d'un atoll de corall. Van posar-hi onades i marees, però els pobres pòlips es morien i els seus esquelets quedaven en poc temps recoberts d'algues indesitjables.

L'ecologia però s'ha posat de moda, i la gent, més informada que mai, vol veure un tros de natura, amb la mateixa facilitat, detall i riquesa d'organismes, que aquella natura que ha vist algun cop per televisió. I ho vol "in vivo". Els qui realment estan més informats, en particular els biòlegs, ja saben que no és possible, i que si van al camp, a la muntanya o al mar, els costarà molt de veure aquelles escenes i imatges tan impressionants i meravelloses dels reportatges naturalistes de la televisió. Però això, la gent del carrer no té per què saber-ho. Ara bé, el visitant típic d'un aquari públic, està disposat a deixar-se "enganyar", com jo m'enganyava a mi mateix quan era petit i ficava el nas a la galleda dels meus signàtids (que és així com molt més tard vaig saber que s'anomenaven els meus peixos verds i grocs amb boca de trompeta). Aquesta complicitat de l'espectador és la base de la màgia dels aquaris. Per un costat, els animals, individualment, interessen: són curiosos, preciosos, impressionants. Per un altre costat, tan sols cal fer un bon decorat per a ajudar el visitant a fer volar la imaginació i trobar-se immers en un ambient "natural".

4- Veritat i ficció

Els animals que veiem als aquaris són doncs "veritat", però no viuen com si fossin al seu medi natural. Els mantenen els tècnics amb sistemes de vegades força sofisticats, i molt sovint es moren i han de ser substituïts per individus nous, recentment capturats. Altres cops, es tracta d'animals que són fàcilment criats en captivitat. Actualment, per exemple, les orades es crien i s'engreixen en gàbies flotants a molts indrets de la Mediterrània, per vendre-les a plaça quan assoleixen la mida "d'una racció". No només els restaurants se n'aprofiten, o les mestresses de casa, sinó que els aquaris públics d'aigua de mar disposen d'orades amb la mateixa facilitat com qualsevol persona pot disposar de "guppis" a la botiga de la cantonada. Moltes espècies mediterrànies de peixos i crustacis admeten raonablement bé la vida en captivitat. Altres però, són molt més difícils de mantenir.

En canvi, la vida que duen els animals captius, tallada com està la seva relació amb l'ecosistema, és totalment artificial. Llavors, l'ambient en el qual aparentment es troben, és tan sols un decorat. I ha de ser un decorat.

Al zoològic de Barcelona van muntar fa uns anys un "tros" de selva de Madagascar. El material bàsic va ser el polièster. D'aquesta manera es podien tenir "arbres" o "trossos d'arbres" que no es podrien (ni creixien), fulles que no podien ser devorades pels animals o els insectes, tot plegat regat amb "pluja", en un ambient càlid i llum difosa

on podien anar vivint, captius, una colla d'animals típics d'aquella zona del planeta. A la gent del públic, que suava en ple hivern barceloní, la visita se li feia curta.

Als aquaris moderns, es fa aproximadament el mateix. S'usen motlles de pedres "reals", inclosos els animals que hi viuen arrapats, i es reproduïxen les formes amb materials resistents a la corrosió de l'aigua de mar i resistents també a l'acció dels organismes. En alguns casos, s'incorporen plantes vives a més dels decorats de plàstic. Tot plegat pot arribar a fer un efecte considerable. Recordo, per exemple, un ambient de platja, del regueró, amb les seves onadetes i tot, un aquari d'Holanda. En aquell lloc, hi havia també uns aquaris que s'havien de mirar per un forat. El que hom hi veia era un ambient molt fosc, amb roques, coralls i peixos típics d'una fondària de 30 o 40 metres.

Són lloables els intents d'aclimatar conjuntament espècies d'animals i plantes per tal de poder ensenyar als visitants certs ambients amb el màxim de realisme possible. Els resultats però no són sempre els desitjats. O bé perquè no funcionen, o perquè si ho fan, resulten poc estètics i massa allunyats del que el visitant desitjaria veure, massa diferents del que, probablement equivocadament, el visitant creu que li han d'ensenyar.

En tot cas però, s'ha d'anar molt en compte, i no s'hi val barrejar animals i plantes de sistemes o ambients totalment diferents. He detectat en aquest sentit no pocs errors conceptuals en alguns aquaris públics, per altra banda molt apreciats pel públic en general. És especialment greu quan el decorat és tan ben fet, que sembla viu de veritat. Llavors, s'està enganyant al públic. Un altre tema és quan el decorat és manifestament ridícul. En aquest cas, és molt millor no posar-n'hi cap.

En qualsevol cas, cal insistir en el fet que la ficció no només està en els decorats. En aquest sentit, seria bo que els aquaris públics dediquessin un cert esforç a informar acuradament el públic, fent que la gent pogués aprendre a distingir què hi ha de veritat i què és ficció en les propostes espectaculars que se'ls ofereixen.