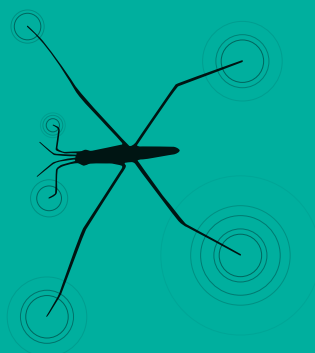


Espiadimonis, nàiades, sabaters i cuques de capsa

Els macroinvertebrats dels rius
i zones humides de Catalunya

J. Ortiz i M. Ordeix (ed.)



Espiadimonis, nàiades, sabaters i cuques de capsa

Els macroinvertebrats dels rius i zones humides de Catalunya

Direcció de la col·lecció:
Carles García Hermosilla

Espiadimonis, nàiades, sabaters i cuques de capsa

Els macroinvertebrats dels rius i zones humides de Catalunya

Jesús Ortiz i Marc Ordeix (ed.)

Antoni Munné, Núria Sellarès, Èlia Bretxa, Sílvia Gili

Disseny de la coberta: Eumogràfic
Maquetació: Victòria López

Editors: Jesús Ortiz i Marc Ordeix

Autors: Jesús Ortiz (RHEOS ecology), Marc Ordeix (Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis - Museu Industrial del Ter), Èlia Bretxa (Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis - Museu Industrial del Ter), Núria Sellarès (Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis - Museu Industrial del Ter), Sílvia Gili (Associació Hàbitats - Projecte Rius; afiliació actual: Acció Natura) i Antoni Munné (Departament de Control i Millora del Medi i d'Ecosistemes Aquàtics, Agència Catalana de l'Aigua).

Dibuixos de macroinvertebrats: Toni Llobet

Fotografies: Jesús Ortiz, David Vilasís, Marc Ordeix, Núria Sellarès, Laia Jiménez, Èlia Bretxa, Lluís Graner, Jordi Baucells, Gora Merseburger, Jordi Sala, Lluís Sala, Núria Bonada, Albert Areal, Núria Cid i Carles Alcaraz.

Producció: Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis – Museu Industrial del Ter

Primera edició: novembre de 2009

- © 2009 Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis – Museu Industrial del Ter
- © del text: els autors respectius
- © de les il·lustracions: els autors respectius
- © d'aquesta edició:

Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis - Museu Industrial del Ter

Passeig del Ter, s/n. 08560 Manlleu

Tel. 93 851 51 76 - Fax 93 851 27 35

www.mitmanlleu.org - cerm@mitmanlleu.org

Eumo Editorial. C. de Perot Rocaguinarda, 17. 08500 Vic

Tel. 93 889 28 18 - Fax 93 889 35 41

www.eumoeditorial.com - eumoeditorial@eumoeditorial.com

–Eumo és l'editorial de la Universitat de Vic–

Imprès a Gràfiques Manlleu. El paper utilitzat és ANTALIS, que té certificat FSC (Forest Stewardship Council). Prové de fusta originada en boscos gestionats de manera sostenible i el total de la cadena de producció de paper té certificació.

Dipòsit legal: B-2.393-2010

ISBN: 978-84-9766-357-1

Reservats tots els drets.

Es prohibeix la reproducció total o parcial d'aquesta obra per qualsevol mitjà o procediment sense l'autorització per escrit dels titulars dels copyrights.

ÍNDEX

Salutació	/	7
Presentació	/	9
Pròleg	/	11
Agraïments	/	13
Introducció	/	15
Macroinvertebrats aquàtics continentals: un nom una mica llarg		
Jesús Ortiz	/	15
I. Els macroinvertebrats aquàtics continentals	/	23
1. Beneficis i perjudicis dels macroinvertebrats aquàtics		
Jesús Ortiz	/	25
2. Origen i diversitat dels macroinvertebrats aquàtics		
Jesús Ortiz	/	41
3. Grups de macroinvertebrats aquàtics de Catalunya		
Jesús Ortiz	/	47
II. Els macroinvertebrats, indicadors de l'estat ecològic de les aigües continentals	/	107

4. Indicadors de l'estat ecològic dels cursos fluvials	Jesús Ortiz i Marc Ordeix	/ 109
5. Metodologies d'ús dels macroinvertebrats aquàtics en la determinació de l'estat ecològic dels cursos fluvials, zones humides, basses i estanys	Antoni Munné	/ 115
6. Casos d'estudi: Osona i la Costa Brava	Marc Ordeix i Jesús Ortiz	/ 119
III. Els macroinvertebrats, eines d'educació i sensibilització ambientals		/ 143
7. Un pont entre la recerca i la ciutadania	Núria Sellarès, Èlia Bretxa i Marc Ordeix	/ 145
8. Macroinvertebrats i voluntariat ambiental en rius i aiguamolls	Sílvia Gili	/ 149
9. L'Aula del Riu del Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis – Museu Industrial del Ter	Èlia Bretxa, Núria Sellarès i Marc Ordeix	/ 153
10. Com podem contribuir a la conservació dels macroinvertebrats aquàtics	Marc Ordeix	/ 161
Bibliografia		/ 167



/ Salutació

El conjunt de rius i zones humides cobreixen menys de l'1% de la superfície terrestre, però acullen una proporció molt superior de tota la fauna mundial, que majoritàriament es considera molt amenaçada. Al mateix temps, rius, estanys i aiguamolls posseeixen un gran atractiu social i sovint també conformen paisatges humanitzats des d'antic. Posseeixen, doncs, un alt valor natural i cultural.

Gràcies a la gran varietat climàtica, geogràfica i geològica, Catalunya i el conjunt d'àrees emergides de la Mediterrània Occidental inclouen una gran riquesa de masses d'aigua continentals: llacs de muntanya, aiguamolls litorals, aigües dolces i hipersalines, petits bassals i rierols, rius més o menys cabalosos, entre els quals destaca l'Ebre. Això hi ha permès la presència d'una diversitat extraordinària d'espècies, cosa que es veu en grups com el que és objecte d'aquest llibre: els macroinvertebrats aquàtics continentals.

Es disposa, doncs, d'un entorn favorable. A més a més, i ja en el cas d'aquesta publicació, s'ha pogut aplegar un equip humà amb capacitat i coneixement, compromès en el món de la recerca sobre els rius i també en la conservació i la sensibilització ambiental. Aquest equip està conformat essencialment pel personal del Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis (CERM),¹ l'àrea

ambiental del Museu Industrial del Ter, i alguns col·laboradors.

El CERM aporta experiència pròpia i aliena amb el propòsit d'apropar-se a un lector no necessàriament especialitzat, emprant un llenguatge i uns recursos gràfics rigorosos, però també amens.

El llibre que ara teniu a les mans, doncs, neix sobretot amb el propòsit de transferir coneixements científics a la ciutadania i, alhora, captar adeptes per a la conservació i la restauració dels sistemes aquàtics.

Esperem que sigui del vostre gust.

Pere PRAT

President de la Fundació privada
Museu Industrial del Ter, Can Sanglas

1. El CERM és l'àrea ambiental del Museu Industrial del Ter, entitat no lucrativa —en la forma jurídica de fundació privada— que té com a finalitats l'estudi, la difusió i la conservació del patrimoni cultural i natural del riu Ter i, per extensió, dels altres rius mediterranis. Constituint formalment l'any 2002, les seves activitats principals són la conservació i la restauració ecològica dels sistemes fluvials —mitjançant la consecució d'acords de custòdia fluvial—, l'educació ambiental i la sensibilització ciutadana

—imparteix formació a milers d'alumnes cada any, des d'educació infantil fins a estudiants universitaris—, i la recerca en rius mediterranis —sobretot associada a l'avaluació de l'estat ecològic dels rius (vegetació de ribera, macroinvertebrats aquàtics, peixos, etc.) i a la recerca de solucions per millorar la connectivitat dels rius per als peixos. Treballa i col·labora amb universitats i altres institucions, essencialment al conjunt de Catalunya, tot i que també participa en algun projecte internacional.



/ Presentació

El coneixement cada cop més exhaustiu de la fauna i la flora dels nostres rius és un aspecte fonamental per a la consecució dels objectius que marca la norma europea de la gestió de l'aigua del segle XXI, la Directiva Marc de l'Aigua, i en concret, el bon estat ecològic de les masses d'aigua superficials.

Sortosament, cada cop són més les publicacions que, com aquesta, aprofundeixen en aquest coneixement, fomentant la col·laboració interdisciplinària dels experts, investigadors i investigadores, que aporten el seu coneixement sobre els diversos vectors que ens ajuden a articular l'estructura de suport de la vida aquàtica: hidrogeologia, macròfits, vegetació de ribera, macroinvertebrats, avifauna, herpetofauna, ictiofauna, mamífers, etc.

El concepte d'estat ecològic és introduït pel text normatiu de la Directiva Marc de l'Aigua, i sorgeix com a element clau de mesura per a l'anàlisi de la qualitat dels sistemes aquàtics i de la gestió de l'aigua, on s'integra la visió del seu estat a través de l'anàlisi de l'estructura i el funcionament dels ecosistemes associats. Aquest concepte contempla l'estructura i la composició de les comunitats presents en l'ecosistema aquàtic on, en el cas dels rius, s'integra la valoració de les comunitats de macroinvertebrats, dels quals ens parla aquest llibre, juntament amb les algues, els macròfits i els peixos per a la valoració final de la qualitat biològica.

L'Agència ja va publicar els protocols per a la valoració de la qualitat biològica de l'aigua mitjançant l'ús

de macroinvertebrats (el protocol BIORI), i que queden recollits en el present llibre. L'índex de qualitat dels rius basat en la comunitat de macroinvertebrats s'aplica a Catalunya de manera més o menys continuada des de mitjan anys 90 i els seus resultats i evolució al llarg del temps mostren una lleugera millora de la qualitat en els darrers anys, principalment en l'estat deficient i pèssim, mentre que l'estat bo i molt bo continuen més o menys estables.

La valoració de l'estat de salut dels ecosistemes fluvials mitjançant eines com les que ens presenta aquest llibre, les comunitats de macroinvertebrats, ha de fer possible diagnosticar amb encert l'estat dels sistemes aquàtics i promoure l'ús de l'aigua de manera responsable, racional i sostenible, de tal manera que es pugui garantir, al llarg del temps, el manteniment d'un bon estat en l'estructura i el funcionament dels ecosistemes aquàtics, és a dir, el bon estat ecològic, juntament amb la garantia i gaudi de l'aigua com a recurs indispensable per a la societat actual.

Des del Departament de Medi Ambient i Habitatge volem felicitar els impulsors i autors d'aquesta publicació, ja que amb eines com aquesta estem garantint gaudir d'una aigua més viva que ens conduirà a la consecució dels objectius definits a la Directiva.

Francesc BALTASAR i ALBESA
Conseller de Medi Ambient i Habitatge



/ Pròleg

La llum blanca esberlava la blavor d'un cel transparent damunt els contraforts del Cadí que, imponent, ens observava just davant nostre. La remor de l'aigua del riu d'Aransa, amb un cabal generós després del desglaç dels cims de la Tossa Plana de Llès, havia de resistir estoicament els xiscles dels petits. Innocents, havien gosat desafiar la resistència tèrmica dels seus tendres cossos i havien posat en remull els peus i les cames dins les gèlides aigües d'aquell riu tributari del Segre. En un atac d'orgull ferit, aquell que sentim alguns pares quan volem disfsar la por al ridícul davant els nostres fills menuts, em vaig treure els pantalons, els mitjons i les botes i em vaig entaforar al riu, emetent crits d'energumen com si d'un goril·la es tractés. Vaig aconseguir dues coses: el riure dels petits i un cruixir d'ossos amb un mal considerable, com si algú em volgués trencar les cames.

A poc a poc, i no sense dolor, s'esmoreïa la sensació inicial de glaciació quaternària. Els menuts intentaven emular els castors canadencs, agafant branques de bedoll, d'avet i de pi negre de les vores del riu, amuntegant-les per fer un «pont»; bé, més que un pont, una mena de resclosa, sortosament sense canal de derivació ni minicentral hidràulica. Mai no he tingut dots d'enginyer, ni tampoc he estat mestre manobre. Ans al contrari, sóc maldestre amb les mans: sempre que vull clavar un clau a la paret acabo amb un dit ferit; però res de tot això no em podia salvar en aquell moment quan estaven tan engrescats amb aquella magna obra. M'hi vaig apuntar, naturalment, ajudant-los a arrossegar els brancalls més voluminosos, fins que finalment vam aconseguir una mena de travessa amb consistència de crema catalana.

Les cinc nenes i quatre nens (només dos eren –i són– fills meus) començaren a anar d'una riba a l'altra fins que, indefectiblement, succeí el que estava escrit: dos van caure de ple al riu. Sort que a penes si hi havia un pam i mig d'aigua, però tot i així la mullena fou considerable i el reny dels pares, també. Amb l'ànim de tranquil·litzar els ànims, mentre els dos menuts s'assecaven estirats panxa enlaire i els altres començaven a endrapar l'esmorzar, vaig ensenyar-los dos còdols del riu:

—Mireu aquestes dues pedres, veieu que per la part de dalt són nues, del mateix color? En canvi, si les giro, i ara mireu la part de baix, veieu que tenen tot de punts i ratlles negres?

—A veure, a veure —van respondre tant els que esmorzaven com els que encara tremolaven. Els vaig acostar els còdols i alguns, els més intrèpids, amb trossos d'espetic penjant dels llavis, varen gosar tocar amb els dits algun punt i alguna ratlla negra.

—Mama, es mouen!!!

—Què són aquests animalons?

No els vaig dir que eren macroinvertebrats perquè m'haurien mirat amb cara de marciàns, tot i que si els hagués dit que eren «gogos» de riu o «hanesmontanes» d'aigua dolça m'haurien entès.

—Són petits animalons, de la gran família de les mosques i els mosquits, dels crancs i els cargols, dels cucs i els sabaters, de les petxines i els musclos. Si no hi ha aquests animalons, no hi ha peixos als rius.

La complexitat dels ecosistemes ha de ser objecte de l'anàlisi del món científic i acadèmic. La simplicitat en l'explicació d'aquesta complexitat ha de ser objecte

dels pedagogs, però també de l'administració i dels governants. I aquesta administració i els seus governants tenen la responsabilitat i l'obligació de gestionar la complexitat, fent-la possible, mantenint-la i millorant-la. Si més no, en els ecosistemes aquàtics, tal com estableix la Directiva Marc de l'Aigua, la normativa europea que l'Agència Catalana de l'Aigua abraça i ha fet seva no pas només per compliment obligat, sinó per convenciment. Un convenciment que deriva de la mateixa essència de la Directiva en tant que no hi ha cap més solució per resoldre els problemes derivats en l'ús de l'aigua al nostre país: preservar els ecosistemes tot racionalitzant les demandes i els usos de l'aigua. I això no solament és possible, sinó que és ja una realitat. Una realitat millorable, certament, però una realitat que és significativament, quantitativament i objectivament més positiva que vint anys enrere. Així ho demostren, per exemple, els resultats dels mostreigs de macroinvertebrats il·lustrats en aquest llibre que teniu a les mans en molts trams de riu analitzats.

Però cal continuar treballant, i molt, en molts àmbits. Perquè la política de l'aigua no es redueix només a sanejar les aigües residuals urbanes, a reduir l'impacte de la contaminació difosa, a esmorteir la contaminació industrial; això ja ho hem fet i ho estem fent, amb major o menor grau d'eficàcia. Cal incidir en aspectes clau com la planificació urbanística i l'ocupació de l'espai fluvial, la recuperació del bosc de ribera, la protecció d'àrees de recàrrega dels aquífers, la recuperació de les zones

humides, la custòdia del territori, la connectivitat fluvial, la implantació dels plans zonals de cabals de manteniment, el control i l'eradicació de les espècies al·lòctones, l'eficiència en l'ús de l'aigua per a reg agrícola, etc.

Un conjunt de mesures i eines de gestió que són recollides en el Pla de Gestió de l'Aigua de Catalunya, que ben aviat serà sotmès a informació pública durant sis mesos amb l'ànim que el nostre govern pugui aprovar-lo a la primavera de l'any 2010. Un Pla de Gestió que ens ha de conduir a millorar notablement en l'horitzó de l'any 2015 i, després, el 2021 per assolir-ne l'any 2027 la plenitud, el bon estat ecològic, químic i quantitatiu de les masses d'aigua de Catalunya.

I això serà possible gràcies, entre d'altres, a la feina de persones que des de la perseverança, el mètode, la constància, la paciència, el rigor i, moltes vegades, la bona voluntat, no han dubtat ni un instant a reconèixer que el camí que havien emprès molts anys enrere —un camí sovint en solitud i força incomprès— era el correcte, l'encertat, l'únic a seguir. Homes i dones que s'han avançat als temps i que, ara, veuen reconeguts els seus esforços.

En aquest llibre en teniu un bon tast. Que en gaudiu i que per molts anys puguem comptar amb la vostra expertesa, amics!!!

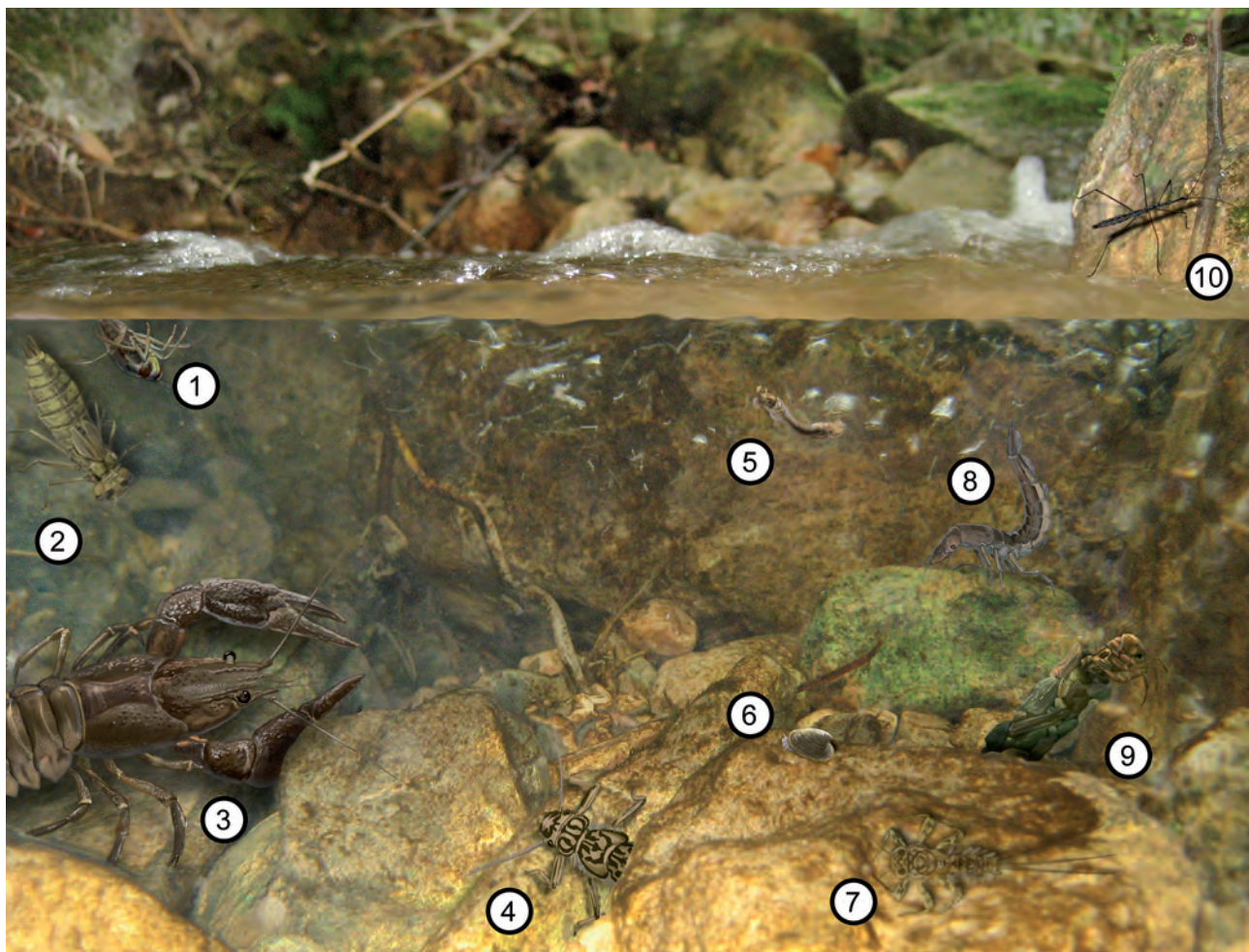
Gabriel BORRÀS
 Coordinador d'àrees
 Agència Catalana de l'Aigua



/ Agraïments

Volem donar les gràcies a l'Associació Hàbitats-Projecte Rius, que ens ha facilitat l'ús de molts dels dibuixos emprats en aquesta publicació. A Gora Merseburger, de RHEOS ecology, per la revisió exhaustiva d'alguns capítols i els nombrosos comentaris. A David Vilasís, Jordi Baucells, Núria Bonada, del Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona, Núria Cid, de la Unitat d'Ecosistemes Aquàtics de l'IRTA, Xavier Quintana, de l'Institut d'Ecologia Aquàtica de la Universitat de Girona, M. Àngels Puig, del Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CSIC), Eduard Marquès, del Servei de Control de Mosquits de la Badia de Roses i Baix Ter, Lluís Benejam, de CEBCAT – La Balca, i Jordi Sala, per les seves múltiples aportacions i, especialment, per la cessió desinteressada d'imatges de gran valor. A Daniel Ortiz, de Katton grup, pels seus coneixements de disseny gràfic en el fotomuntatge. A Peixos Eugenimar, que ens han facilitat una comanda de cranc de riu per fer-ne una fotografia. A Narcís Prat, coordinador del grup de recerca FEM del Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona, per la confiança que ens mostra des de fa molts anys. A Isidre Gonzalbo, de l'Àrea de Medi Ambient de la Diputació de Barcelona, a Toni Munné, Lluís Tirapu i altres companys/es del Departament de Control i Millora del Medi i d'Ecosistemes Aquàtics de l'Agència Catalana de l'Aigua, a Enric Vilaregut, tècnic del Consell Comarcal d'Osona, a Jaume Josep i Pere Parés, de Depuradores d'Osona, SL, a Dolors Colom, tècnica de medi ambient de l'Ajuntament de Manlleu, a Jordi Boadas, tècnic de medi ambient de l'Ajuntament de Vic, a Manel Serra i Lluís Sala, del Consorci de la Costa Brava, a Jordi Couso,

tècnic de medi ambient de l'Ajuntament de Tossa, a Marc Carré, de l'EDAR del Port de la Selva i tinent d'alcalde de l'Ajuntament de Colera, a Guillermo García i Jaume Soler, de MN, Consultors en Ciències de la Conservació, a Andreu Salvat, d'Aprèn, Serveis Ambientals, a Bernat Vilarasau i Laura Megias, del Consorci del Lluçanès, a Pere Garet, de la Font de Lluçà, i a moltes altres persones i entitats amb qui hem col·laborat o col·laborem des del CERM de manera regular o puntual fent avaluacions d'estat ecològic. A totes les escoles, mestres i alumnes que han participat i participen en els diversos tallers del CERM. A Jordi Planas i Puiggraciós Villaronga, del Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya, i a Marta Sarabia, de l'Obra Social de la Caixa d'Estalvis i Pensions de Barcelona "La Caixa", per la seva bona predisposició i la seva garantia, que han permès editar aquest manual, i per altres compromisos previs i futurs. I a les facilitats de Montse Ayats, d'EUMO Editorial. També hem d'agrair els suggeriments i aportacions inestimables del personal del CERM amb qui hem compartit molts aspectes d'aquest manual, en especial Laia Jiménez, Tura Puntí, Francesc Llach i Romero Roig. A tots els col·laboradors i estudiants en pràctiques, com és el cas de Vanessa Galán i molts més el nom dels quals no detallem per no oblidar-nos de ningú. Finalment, a tots els companys del Museu Industrial del Ter, per la companyonia i el bon ambient de treball creat, al seu president, Pere Prat, i molt especialment al seu director, Carles García, per la insistència en l'elaboració d'aquest manual i el seu suport tant en aquest projecte com en molts altres àmbits.



Als ecosistemes aquàtics la riquesa d'organismes pot ser molt elevada. Els més vistosos són els peixos, els amfibis i els ocells, però una gran majoria d'espècies són macroinvertebrats que viuen amagats a sota els còdols o entre la vegetació. 1: barquer, 2: nimfa de libèl·lula, 3: cranc de riu ibèric, 4: nimfa de perla, 5: larva de mosca negra, 6: ancil, 7: nimfa d'efímera, 8: larva d'escarabat, 9: larva de frigània i 10: corredor. [Disseny i fotos: Jesús Ortiz; dibuixos: Toni Llobet]



/ Introducció

MACROINVERTEBRATS AQUÀTICS CONTINENTALS: UN NOM UNA MICA LLARG

Jesús Ortiz

Fora de la ciutat, al camp, a la muntanya o a qualsevol altre indret natural o rural, el verd s'intensifica i el nombre d'espècies d'animals augmenta considerablement. Ràpidament, pensem en els animals vertebrats que hi són presents: ocells, ratolins, granotes i peixos, però aquells amb qui més fàcilment tindrem contacte són els invertebrats: cargols, escarabats, aranyes, vespes, centpeus i moltes altres bestioles, que sovint més aviat empipen o fan nosa que no pas una altra cosa. Bruts, llefiscosos, molestos, ens roben el menjar o ens xuclen la sang. Tret d'alguns, pocs, com les papallones i les marietes, els invertebrats no acostumen a tenir gaire bona fama.

Els invertebrats que viuen a l'aigua són menys molestos i molt més desconeguts. Gairebé tothom coneix els típics sabaters, i potser també els barquers i els escrivans, perquè llisquen sobre la pel·lícula d'aigua o hi neden lentament. Aquesta és, però, una part molt petita de la gran diversitat d'invertebrats que viuen amagats a pràcticament tots els ambients on hi hagi aigua.

Els ecosistemes aquàtics poden ser molt diferents entre ells: amb corrent o encalmats, amb aigües fredes o més càlides, amb molta llum o ombrívols, nets o contaminats, permanents, temporals o efímers, etc.; però a gairebé tots hi viuen invertebrats. Els rius, les basses, els estanys i les fonts són uns pocs exemples dels molts indrets aquàtics on podem trobar invertebrats amagats



Parella de libèl·lules (*Erythromma lindenii*) i sabaters (*Gerris* sp). [Foto: David Vilasís]



Nàia (*Unio mancus*) d'una riera del Baix Ter. [Foto: Laia Jiménez-CERM]

entre els còdols, la fullaraca i les algues. La vida invertebrada tan sols és absent en aquelles masses d'aigua que contenen productes extremament tòxics, que són exageradament intermitents o bé que estan exposades a unes condicions ambientals molt extremes, com la congelació total o les aigües termals.

La denominació de macroinvertebrats aquàtics continentals resulta una mica llarga, però respon al mínim de mots necessaris per definir un grup d'éssers vius molt heterogeni i divers. Dins d'aquest grup artificial s'encabeixen grups taxonòmics molt diferents i filogenèticament molt separats entre ells: esponges, hidres, cucs, musclos, cargols, crancs, àcars o insectes, entre d'altres. En definitiva, un calaix de sastre sense gaire sentit filogenètic ni morfològic, que més aviat fa referència a un conjunt d'organismes que viuen al medi aquàtic i no pertanyen a altres grups taxonòmics més coneguts, com els peixos o els amfibis.

A l'hora d'escriure textos, un nom tan llarg resulta poc àgil, de manera que els usuaris normalment fem servir només alguna part del nom o bé abreviacions. Un cop contextualitzats, els macroinvertebrats aquàtics continentals també es poden expressar com: macroinvertebrats aquàtics, macroinvertebrats, invertebrats o fins i tot, més vulgarment, «macros», o bé amb abreviatures com INV, d'invertebrats, o, de manera més concisa, MAC, de macroinvertebrats aquàtics continentals.

El prefix *macro-* prové del grec i significa gran. Aquest terme no vol pas dir que es tracti d'organismes grans a escala humana, sinó que són grans en relació amb altres grups d'invertebrats com els protozous, que no es poden observar a simple vista. La gran majoria de macroinvertebrats no fa gaire més de pocs mil·límetres, tot i que algunes espècies poden arribar a fer gairebé un pam, com els crancs de riu o algunes nàiades. Als ecosistemes marins encara en podem trobar de molt més grans, com

els calamars gegants, que poden assolir gairebé vint metres de longitud i una tona de pes.

Per determinar quins organismes entren dins del terme *macro-*, no ens podem basar directament en les dimensions del cos. Pel fet de tractar-se d'un grup tan heterogeni, la forma del cos també és molt variable, de manera que tant podem trobar organismes gairebé esfèrics, com els àcars, com altres de molt prims i llargs, com els nematodes. Per aquesta raó, en ecologia aquàtica s'ha adoptat un criteri metodològic que, per conveni, considera dins d'aquest grup tots aquells invertebrats que són retinuts en una malla de cinc-cents micròmetres de llum —de pas—, és a dir, mig mil·límetre. L'adopció d'aquest criteri comporta, però, un problema: alguns organismes allargats com els nematodes, els cucs o algues larves de dípter poden ser retinuts o no per la malla segons la posició del cos. Si cauen en posició vertical, passen per la malla i si ho fan en posició horitzontal, queden retinuts. Malgrat tot, es considera que el marge d'error d'aquesta metodologia és bastant petit i, en qualsevol cas, aquesta ha estat, per ara, la millor solució que s'ha trobat.

Tot i que tots els macroinvertebrats poden ser visibles a ull nu, al moment de néixer la gran majoria són molt i molt petits. En alguns estudis resulta important considerar també aquests estadis vitals més petits, i per això sovint es fan servir malles de menys de mig mil·límetre: de dos-cents cinquanta micròmetres i, en algun cas, fins i tot de cent vint-i-cinc micròmetres.

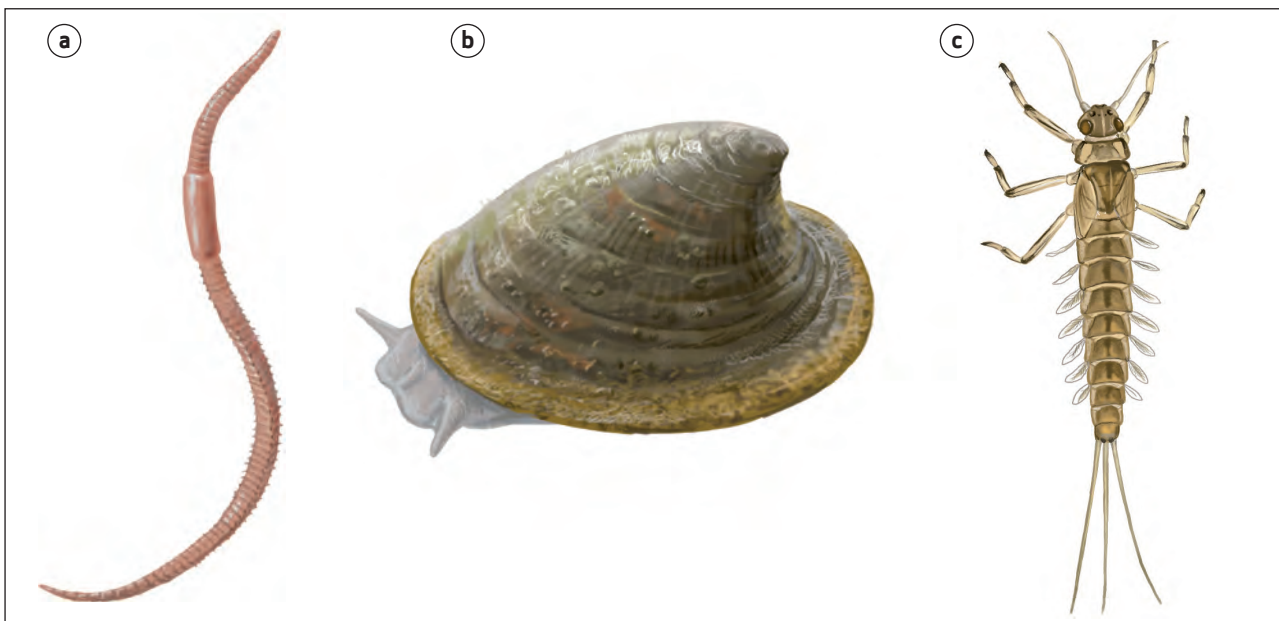
El terme *-invertebrats* es defineix a partir d'una negació. Significa que es tracta d'animals sense columna vertebral, en contraposició als altres animals que sí que en tenen com els peixos, els amfibis, els ocells i els mamífers, molt més propers als humans i, potser per això, més estudiats, coneguts i ben definits.

Els cucs de terra, les sangoneres i les meduses són exemples d'invertebrats sense cap tipus d'esquelet, ni

intern ni extern. En general, tenen un sistema nerviós poc desenvolupat i es consideren les formes animals més primitives del nostre planeta. Els mol·luscs, en canvi, també són invertebrats, però poden tenir estructures esquelètiques endurides que els protegeixen el cos tot de la sequedat i d'alguns depredadors. En molts mol·luscs, aquest esquelet o conquilla és extern, com en els bivalves i els cargols. En les sípies, en canvi, la conquilla ha estat reduïda i internalitzada i els serveix per controlar la flotació al medi marí. En altres casos, la conquilla ha arribat a desaparèixer del tot, com en el cas de molts llimacs, on el cos tot queda totalment exposat al medi i només protegit per secrecions mucoses. Finalment, hi trobem el grup dels artròpodes, que inclou crustacis, aranyes i insectes. Els integrants d'aquest grup tenen un esquelet extern més o

menys endurit i articulat que els permet protegir-se de les agressions externes i, alhora, fer moviments ràpids. Això els ha permès colonitzar tot tipus d'ambients, fins i tot de molt hostils, i d'aquí el seu gran èxit evolutiu.

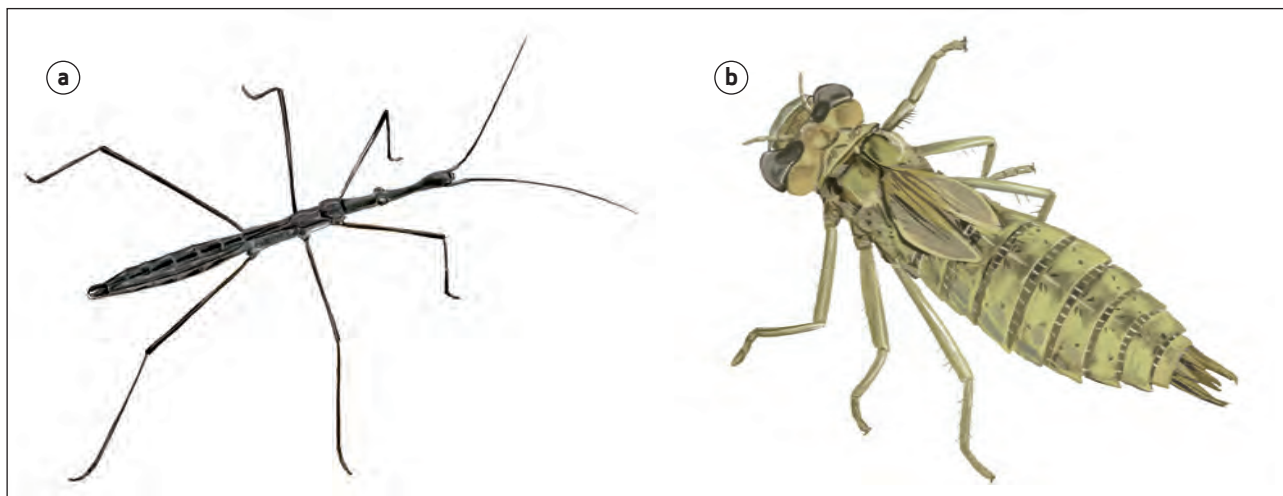
L'adjectiu *aquàtics* es refereix al fet que es tracta d'organismes que viuen a l'aigua, en contraposició a aquells que ho fan al medi aeri. En aquest cas, el terme aquàtic pot resultar una mica ambigu perquè, de fet, s'utilitza per referir-se a organismes aquàtics i també semiaquàtics. Un exemple d'organismes semiaquàtics són alguns heteròpters, com els sabaters i els caminadors, que no viuen ben bé a dins de l'aigua, sinó a sobre seu però al medi aeri. Aquests insectes aprofiten la tensió superficial de les molècules d'aigua per desplaçar-se per damunt de la pel·lícula d'aigua caminant, lliscant o saltant.



Alguns invertebrats com els lumbrícsids (a) no tenen cap tipus d'esquelet, mentre que els mol·luscs com els ancils (b) tenen una conquilla calcificada i els insectes com els bètids (c) tenen un exosquelet de quitina. [Dibuixos: Toni Llobet]

En realitat, hi ha ben pocs macroinvertebrats aquàtics continentals que siguin totalment aquàtics al llarg de tota la vida. Els organismes més primitius, com les esponges, les hidres o els mol·luscs, poden tenir alguna forma de resistència a la sequera, però no poden sobreviure gaire estona fora de l'aigua. N'hi ha d'altres, com els crancs de riu i alguns gàmmars, que poden sortir fora de l'aigua força estona sempre que hi hagi certa humitat a l'ambient. Entre els insectes considerats aquàtics, gairebé tots viuen dins de l'aigua només durant la fase larvària o nimfal i aquells que també ho fan en la fase adulta poden sortir al medi aeri durant períodes de temps perllongats i desenvolupar-s'hi sense cap problema. És més, tots els insectes adults, i també algunes larves, necessiten oxigen atmosfèric per respirar, i això vol dir que han de sortir fora de l'aigua periòdicament o bé han de disposar d'algun mecanisme per aconseguir-lo, tal com veurem més endavant.

El terme *continentals* es deixa per al final i sovint es descuida, però no per això deixa de ser important perquè diferencia entre els macroinvertebrats aquàtics que viuen en masses d'aigua situades a terra ferma, d'aquells que es desenvolupen en els ecosistemes marins. El més habitual és que aquest terme no s'esmenti perquè els invertebrats ja es contextualitzen prèviament. El gran tret distintiu entre la majoria d'ecosistemes aquàtics continentals i els marins és la salinitat, però a l'hora d'explicar les diferències en composició taxonòmica entre els dos tipus d'ecosistemes també tenen una gran rellevància factors físics com la hidrodinàmica o les dimensions. D'aquí que els llacs de grans dimensions, com el llac Victoria a la zona de la Gran Vall del Rift, a l'Àfrica, presentin unes característiques i una biota més similars als ecosistemes marins que no pas a altres ecosistemes lacustres més petits.



Tot i que hi ha macroinvertebrats aquàtics que viuen de manera obligada al medi aquàtic durant tota la vida, alguns com els caminadors (a) són considerats semiaquàtics perquè viuen al medi aeri però damunt la pel·lícula d'aigua, i molts insectes, com les libèl·lules (b), tenen una fase larvària aquàtica mentre la fase adulta és aèria. [Dibuixos: Toni Llobet]



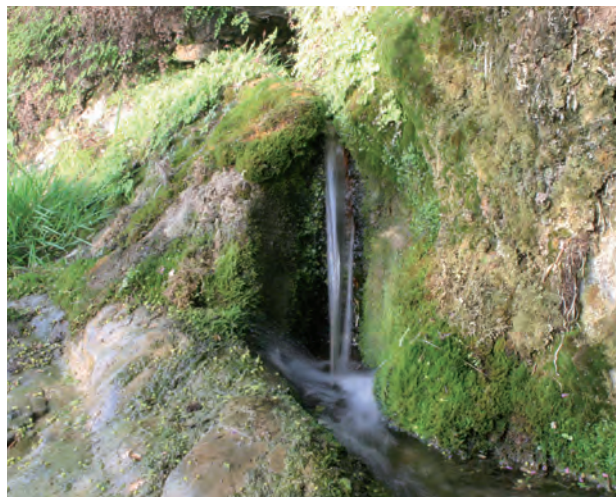
Encara que siguin d'origen artificial, a les basses de cases de pagès com aquesta de Riudoms (Baix Camp) hi poden viure moltes espècies d'invertebrats, a banda dels típics peixos de colors o carpins. [Foto: Jesús Ortiz]



Durant l'època hivernal, la Ribera de Conangles, a 1.500 metres d'altitud (Vielha, Vall d'Aran), es glaça però sota la capa de glaç queda aigua corrent on sobreviuen un gran nombre d'invertebrats. [Foto: Gora Merseburger]



Les basses, si disposen d'un bon cinyell de vegetació i pendents suaus, com és el cas del pantà de Garet (Lluçà, el Lluçanès), acullen una gran diversitat d'invertebrats aquàtics, entre altra flora i fauna. [Foto: Marc Ordeix - CERM]



La font del Peretó (les Masies de Voltregà, Osona), d'origen calcari, conté molts nitrats relacionats amb la presència de bestiar als camps adjacents. Tot i que es pot assecar als estius més eixuts, hi poden viure escarabats, dípters, efemeròpters o fins i tot frígànies. [Foto: Jesús Ortiz-CERM]



El Cap de Creus és una zona semiàrida, on moltes llacunes s'assequen totalment a l'estiu. Tot i això, s'hi poden desenvolupar comunitats de macroinvertebrats amb adaptacions especials a aquests ambients, com les tortuguetes (*Triops cancriformis*). A l'estiu moren assecades, però els ous resisteixen la sequera i s'obren durant el següent període d'inundació. [Foto: Jordi Sala]



Al Río Tinto (Huelva) l'aigua és extremament àcida (pH de 2) i les concentracions de metalls pesants són molt elevades de manera natural, però accentuades per les extraccions mineres que s'hi fan des de fa uns 4.500 anys. A l'aigua d'aquest riu no es pot desenvolupar cap mena de macroinvertebrat ni vertebrat; només hi poden viure bacteris extremòfils, algunes algues i ben pocs fongs i protozoous adaptats especialment a aquestes condicions. [Foto: Jesús Ortiz-CERM]



Sant Bartomeu del Grau (Osona) l'any 2009 encara no disposa de cap tipus de tractament de les aigües residuals, de manera que tots els residus del clavegueram —defecacions, productes de neteja, olis minerals, etc.— van a parar directament al torrent de la Tuta (afluent del Sorreigs i aquest, al seu torn, del Ter). En bona part del seu recorregut, no hi pot viure cap tipus d'invertebrat, ni tan sols els més resistents. [Foto: Jesús Ortiz-CERM]



La riera Seca (Parets del Vallès, Vallès Oriental) només porta aigua just després d'una ploguda forta, de manera que no s'hi arriben a desenvolupar organismes pròpiament aquàtics. [Foto: Jesús Ortiz-CERM]



La concentració de sals pot ser molt diferent entre l'aigua continental i la marina, però no sempre és així. Entre els diferents tipus d'ecosistemes aquàtics continentals, la salinitat pot oscil·lar entre valors gairebé propis de l'aigua destil·lada, en alguns llacs pirinencs d'alta muntanya, fins a concentracions molt superiors a les del mar en llacunes costaneres i salines. Per aquest motiu, la denominació d'aigua dolça esdevé inapropiada i poc precisa per fer referència a l'aigua continental en contraposició a l'aigua salada del mar. Tècnicament parlant, el dolç no és exactament el contrari de salat i, tot i que existeixen masses d'aigua amb diferents concentracions de sals, les concentracions de sucres no són ni molt menys tan rellevants ni perceptibles. El terme *freshwater*, utilitzat per la llengua anglesa per designar els ecosistemes continentals, es pot traduir com a «aigua fresca». Potser no es tan imprecís com el que utilitzem de

manera col·loquial en català, però tampoc no serveix per definir aquests ecosistemes d'una manera gaire concisa perquè existeixen acumulacions subterrànies d'aigua que poden tenir fins i tot una antiguitat d'uns quants milers d'anys.

D'altra banda, el límit entre els ecosistemes aquàtics continentals i els marins no sempre és del tot clar. A la desembocadura de molts rius es forma un estuari, una zona de transició entre el riu i el mar, que pot ser més o menys important i dinàmica segons el cabal del curs fluvial i la hidrodinàmica marina. Als estuaris, l'aigua dolça es comença a barrejar amb la salada i apareixen tot d'organismes, incloent-hi macroinvertebrats, amb adaptacions que els permeten aprofitar els recursos dels dos medis. Un altre exemple de límit difús entre ecosistemes continentals i marins són les llacunes costaneres, que poden trobar-se influenciades per intrusions marines durant els temporals.



/ I. Els macroinvertebrats aquàtics continentals



1. BENEFICIS I PERJUDICIS DELS MACROINVERTEBRATS AQUÀTICS

Jesús Ortiz

A priori, els macroinvertebrats aquàtics continentals poden semblar organismes sense cap tipus d'utilitat ni funció, a banda de poc atractius i fins i tot molestos. Res més lluny de la realitat. Encara que siguin difícils de veure, les interaccions entre humans i macroinvertebrats aquàtics han estat importants i nombroses des de ben antic. Moltes d'aquestes interaccions són indirectes, com ara el fet que constitueixen l'aliment de molts peixos, però també poden ser interaccions directes, com seria el cas dels crancs de riu com a part de la nostra cultura gastronòmica. D'altra banda, moltes interaccions amb els macroinvertebrats aquàtics poden ser beneficioses per a nosaltres, però també n'hi ha de perjudicials.

L'aprofitament més representatiu dels macroinvertebrats aquàtics per part dels humans ha estat com a recurs alimentari. De manera indirecta, les fases aquàtiques dels macroinvertebrats representen una part molt important, si no total, de la dieta d'un gran nombre d'espècies de peixos que històricament han estat capturats pels humans amb finalitats culinàries, com la truita, la carpa o l'anguila, per exemple. Cada vegada més rar en la nostra dieta però també prou important en el passat, és el cas de determinats ocells que viuen als entorns aquàtics, com els ànecs o, en temps dels romans, també els flamencs. Fins i tot amfibis com les granotes verdes, amb una dieta principalment basada en insectes voladors amb fase larvària aquàtica, són encara avui dia comuns en la dieta de molta gent en algunes zones, com el Delta de l'Ebre.

De manera directa, també hi ha alguns macroinvertebrats aquàtics que formen part de la nostra dieta tradicional. Els més coneguts i estesos són els crancs de riu.

EL CRANC DE RIU IBÈRIC

S'esdevingué un dia que el cranc pregà a l'agró que el portés a aquell estany. L'agró va estendre el seu coll i el cranc s'agafà al coll de l'agró amb les seves dues mans. Mentre que l'agró volava així amb el cranc, es meravellava de no veure l'estany al qual creia que l'agró el portaria. Quan l'agró fou a prop d'aquell lloc on solia menjar els peixos, el cranc veié les espines dels peixos que l'agró havia menjat, i comprengué l'engany de l'agró. El cranc digué: «Mentre tinguis temps, cal que et defensis d'aquest traïdor que es proposa menjar-te.» Llavors el cranc estrenyí tan fortament el coll a l'agró, que l'hi trencà, i l'agró va caure mort a terra.

(*Llibre de les bèsties*. Ramon Llull, abans de 1286)

El cranc de riu ibèric (*Austropotamobius pallipes*, *Astacidae*) era considerat en el passat un plat força preuat perquè era l'únic crustaci comestible que es

podia trobar terra endins. Fins fa poques dècades, era freqüent a molts cursos fluvials de Catalunya i era consumit d'una manera sostenible. Cap a la dècada de 1950, va augmentar la seva importància gastronòmica i cultural i les seves poblacions van començar a patir sobreexplotació. Paral·lelament, també es va produir una degradació del seu hàbitat com a conseqüència de la industrialització, amb abocament de productes tòxics, canalitzacions i construccions de preses i rescloses. Malgrat el gran nombre de translocacions, les poblacions de cranc ibèric van començar a davallar. Cap als anys 1970, a més, es va començar a introduir al sud de la península el cranc vermell americà (*Procambarus clarkii*, *Cambaridae*) amb finalitats comercials. Aquest cranc, originari de Mèxic i del sud dels Estats Units, és una mica menys gustós que l'ibèric, però és molt més productiu i econòmicament rendible. Avui dia es troba

entre les cent espècies invasives més indesitjables del planeta.

El fet de tractar-se d'una espècie molt competitiva i resistent a la pol·lució i a alguns patògens n'ha afavorit notablement la ràpida dispersió a gairebé tot el territori, en detriment del cranc ibèric. Aquest darrer, avui dia es troba reduït a ben poques poblacions aïllades, arraconades en trams de capçalera per la forta competència del seu homòleg americà i, sobretot, per l'afanomicosi.

L'afanomicosi és una malaltia provocada pel fong *Aphanomyces astaci* i es responsable de mortalitats del 100% en poblacions de cranc ibèric, mentre el cranc americà hi és força resistent i actua com a vector de transmissió. Això afavoreix encara més el seu èxit enfront de l'espècie nadiua. Per aquesta raó està prohibida la captura de crancs de riu al nostre país. Tot i això, la gent amb poca experiència confon fàcilment els juvenils de cranc americà —per les seves tonalitats verd-blavoses— amb el cranc ibèric i de vegades n'afavoreixen, encara més, la dispersió. Actualment existeixen diverses iniciatives de repoblació de cranc ibèric a partir d'individus criats en captivitat, però de moment no han tingut gaire èxit.

Una altra amenaça recent per al cranc ibèric és el cranc senyal (*Pacifastacus leniusculus*, Astacidae), una altra espècie al·lòctona també d'origen nord-americà, introduït igualment amb finalitats comercials, que guanya terreny dia a dia. Aquesta segona espècie forana té prou potencial per acabar d'eliminar el cranc ibèric, perquè no solament se li assembla molt sinó que també viu en un nínxol ecològic molt similar.

I encara existeixen altres candidats a ser introduïts properament als nostres rius, com el cranc australià (*Cherax destructor*, Parastacidae) o el cranc xinès (*Eriocheir sinensis*, Varunidae). En el primer cas, com el seu nom científic prou bé indica, es tracta d'una espècie molt més gran i agressiva que les anteriors i amenaça de comportar canvis importants en l'estructura de les comunitats aquàtiques. L'any 2003 va començar a aparèixer en algunes basses de Navarra i Saragossa. El cranc xinès, ja present als rius Tajo i Guadalquivir i en alguns països europeus, és responsable del desplaçament de moltes espècies autòctones i de l'acceleració dels processos erosius en els ecosistemes naturals, així com d'importants pèrdues econòmiques en ports, dics i explotacions agropecuàries.



Cranc de riu ibèric
(*Austropotamobius pallipes*).
[Foto: Jordi Baucells]



A banda dels crancs, hi ha molt pocs macroinvertebrats més que puguin tenir algun valor alimentari per als humans. La majoria són organismes massa petits, gens gustosos i de difícil captura o cria que mai no han estat apreciats al nostre país. Per trobar algun exemple, hem de recórrer a cultures llunyanes, com ara la nipona. A la ciutat d'Ina, per exemple, es freqüent recollir larves aquàtiques d'algunes espècies de frigànies del riu Tenryu, anomenades *zaza-mushi*, per bullir-les i després enllaunar-les o bé condimentar-les amb sucre i salsa de soja.

Un altre exemple d'aprofitament directe de macroinvertebrats aquàtics per part dels humans és el cas de les sangoneres amb finalitats terapèutiques.



En algunes peixateries, encara es pot trobar cranc vermell americà, viu o cuit, per al consum humà. [Foto: Jesús Ortiz]

EL CRANC VERMELL AMERICÀ

El cranc vermell americà (*Procambarus clarkii*) presenta una dieta omnívora, majoritàriament detritívora, però també pot utilitzar les seves fortes pinces per caçar activament macroinvertebrats, amfibis i peixos petits. Davant d'altres organismes més grans que ell, la seva primera reacció és recular i amagar-se o nedar ràpidament marxa enrere amb un cop sobtat de la seva aleta natatòria caudal. Tot i això, si és assetjat, planta cara a qui calgui, per gran que sigui, aixecant les seves pinces amenaçadores. Els individus madurs tenen prou força per fer un bon tall als dits d'una persona, que correrà el risc de contraure determinades malalties infeccioses. El cranc americà també és vector de transmissió de l'afanomicosi i

competidor del cranc ibèric, tal com ja s'ha esmentat al principi d'aquest capítol. A més a més, el cranc americà és maleït pels arrossaires perquè els fa escapar l'aigua dels camps que han inundat per cultivar l'arròs, com a conseqüència dels túnels que excaven per construir els seus caus.



Cranc vermell americà (*Procambarus clarkii*).
[Foto: Jordi Baucells]

LES SANGONERES

Gairebé totes les espècies de sangonera que podem trobar als ecosistemes aquàtics del nostre país són depredadores de petits invertebrats aquàtics com quironòmids o cucs. Tan sols dues famílies són pròpiament paràsites xucladores de sang: els piscicòlids com *Piscicola geometra*, que es troben a l'albufera de València i parasiten peixos com les carpes (*Cyprinus carpio*), i els hirudínids com la sangonera comuna (*Hirudo medicinalis*), amb una distribució geogràfica molt àmplia i que habitualment xucla la sang de bestiar i qualsevol altre vertebrat que s'apropi a l'aigua on viuen. Quan detecten un possible hoste, s'hi enganxen aferrissadament amb les tres mandíbules i comencen el procés de xuclar sang sense provocar cap dolor. De manera similar als mosquits i als vampirs, abans de començar a xuclar la sang de l'hoste, la sangonera segrega hirudina, una substància anticoagulant que té la funció de fer la sang més fluida i evitar que la ferida cicatritzi. Un cop ben fixades a l'hoste, el procés de xuclar sang pot durar entre pocs minuts i més de vuit hores, en funció de com de ple tingui l'estómac la sangonera. Quan es desprenen de l'hoste, s'arrosseguen de nou cap al medi aquàtic per pair l'àpat. L'hoste es queda amb una petita ferida molt característica en forma de lletra Y, que pot trigar diverses hores a deixar de rajar per l'efecte de la hirudina.

Les sangoneres tenen un cos tou sense estructures esquelètiques, que els atribueix una capacitat extraordinària per emmagatzemar aliments, de manera que poden multiplicar per cinc el pes en una sola extracció. Aquesta habilitat per acumular molt de menjar d'una sola vegada els permet sobreviure sense menjar res de res durant períodes de temps molt llargs, fins gairebé un any. La importància d'aques-

ta adaptació esdevé cabdal per a la supervivència de l'espècie, perquè sovint resulta molt complicat trobar un hoste apropiat i aconseguir adherir-s'hi amb èxit.

Antigament, hi havia una creença que en xuclar la sang, les sangoneres absorbien també l'essència de la malaltia que turmentava el pacient i així alleujaven els símptomes i el podien arribar a guarir. Avui en dia, naturalistes i algunes cultures orientals encara utilitzen sangoneres xucladores de sang amb humans per liquar la sang en pacients amb problemes circulatoris i reduir hematomes com a alternativa als medicaments de síntesi.



Sangonera de la família dels hirudínids. [Foto: Jordi Baucells]

Fins no fa gaires anys, terra endins, la pesca amb canya era una de les poques alternatives a la carn o al pa. En aquells temps, l'esquer més habitual el constituïen els cucs de terra per pescar al fons, larves de frigànies —també denominades *cuques de capsa*, *dragues*, etc.— per fer-ho en aigües més ràpides i adults d'efímeres —denominades *mosques* pels pescadors— per capturar peixos que salten a la superfície, com la truita de riu. Actualment, la importància alimentària de la pesca en aigües continentals del nostre país és molt inferior i pràcticament tot el peix d'aigua dolça que s'hi consumeix, sobretot truita de riu i perca americana, prové de piscifactories.

La utilització de la canya de pescar queda circumscrita al consum puntual de peix per part de particulars i, especialment, a la pesca esportiva sense mort. Una de les modalitats més carismàtiques i sofisticades de pesca esportiva és la pesca amb mosca. Tot i que molts adept-



Els pescadors amb mosca experimentats són capaços de confeccionar esquers artificials molt elaborats amb una gran varietat de materials per imitar adults aeris d'insectes amb fase larvària aquàtica. En aquesta fotografia es mostra una mosca artificial a imitació d'un adult d'efímera muntada sobre un esquer. [Foto: Núria Bonada i Albert Arean]



Existeix un ventall molt ampli de macroinvertebrats aquàtics continentals que es comercialitzen en forma de blísters congelats com a menjar per a peixos ornamentals. [Foto: Laia Jiménez-CERM]



El cas més conegut de macroinvertebrat aquàtic comercialitzat com a menjar per a animals de companyia són els gàmmars deshidratats. [Foto: Jesús Ortiz]

tes encara fan servir exemplars adults vius d'efímeres, perles i frigànies com a esquer, el més comú és comprar o construir el propi esquer a semblança dels insectes vius amb tot tipus de tècniques i materials.

La gran majoria dels aficionats a l'aquariofília alimenten habitualment els seus peixos amb pinsos compostos en forma d'escates o granulats basats en farines de peix, cereals, algues, crustacis marins i, més rarament, també alguna espècie de macroinvertebrat aquàtic continental. Aquests darrers són més comuns en altres tipus de menjars més específics o selectes

deshidratats, congelats o, fins i tot, vius. El cas més conegut i estès és el dels gàmars deshidratats com a menjar per a tortugues aquàtiques. Com a menjar més específic per a peixos i també apte per a amfibis, el macroinvertebrat més comercialitzat és, amb diferència, el quironòmid vermell del gènere *Chironomus*, més conegut col·loquialment amb el nom de cuc de sang, larva vermella, larva de mosquit o, en referència a la forma adulta, mosquit d'eixam. Aquest gènere de quironòmid o mosquit que no pica es pot trobar sota diverses marques comercials deshidratat en pot, con-

LES FRIGÀNIES

Al nostre país, existeixen diverses famílies de frigànies, que construeixen estoigs per protegir-se el cos dèbil i poc àgil dels depredadors. Per construir l'estoig, cada espècie de frigània utilitza un tipus de material més o menys específic. Els materials més comuns són pedres petites i sorres, branques, arrels, fulles o, fins i tot, conquilles de mol·luscs morts o vius i, de manera menys freqüent, peces endurides dels exosquelets d'insectes morts. Algunes espècies són generalistes i utilitzen qualsevol tipus de material que troben al seu voltant, però d'altres són molt específiques per a materials concrets i de mides concretes. De manera similar, n'hi ha que no són gaire primmirades a l'hora de construir l'estoig, mentre que d'altres realitzen veritables obres d'enginyeria fent encaixar de manera molt acurada les pedres entre si, de manera comparable als vitralls de les grans catedrals renaixentistes. Una vegada la larva ha completat el procés de la metamorfosi i la forma adulta ha abandonat l'estoig, aquest pot ser tractat amb vernissos i coles especials per embellir-lo i donar-

li suficient resistència per poder ser utilitzat com a penjoll o arracada. Actualment existeixen ben poques empreses al món que es dediquin a aquesta activitat i fan servir frigànies criades en captivitat d'acord amb unes normes específiques que prohibeixen el sacrifici d'aquests animals. Criades en captivitat, se'ls pot faci-

Els estoigs abandonats d'algunes espècies de frigània poden ser molt bonics, especialment si a l'hora de fabricar-los han fet servir materials preciosos o semipreciosos com en el cas de la fotografia: l'estoig està construït amb pedres petites d'ull de tigre polides.
[Foto: Jesús Ortiz]





gelat en pastilles individuals (*blísters*) i, més rarament, també viu en bossetes hermètiques.

Altres invertebrats d'aigües continentals que es poden trobar en botigues especialitzades, sobretot en forma de pastilles congelades, són les puces d'aigua del gènere *Daphnia*, copèpodes del gènere *Cyclops*, malacostracis del gènere *Mysis*, oligoquets del gènere *Tubifex*, larva blanca *Chaoboridae* o, la també molt coneguda, artèmia (*Artemia salina*), entre d'altres. També es poden trobar amb relativa facilitat ous deshidratats d'aquesta darrera espècie, que s'obren al cap de poques hores en remull. En el medi natural, l'artèmia viu en sa-

litar materials naturals com els que les larves podrien trobar als ecosistemes aquàtics, però també es poden fer créixer amb materials més preuats com ara pedres precioses i semiprecioses i metalls com l'or o la plata, fet que dóna un valor afegit al treball de la larva i un toc original, únic i exclusiu a qui el llueix.

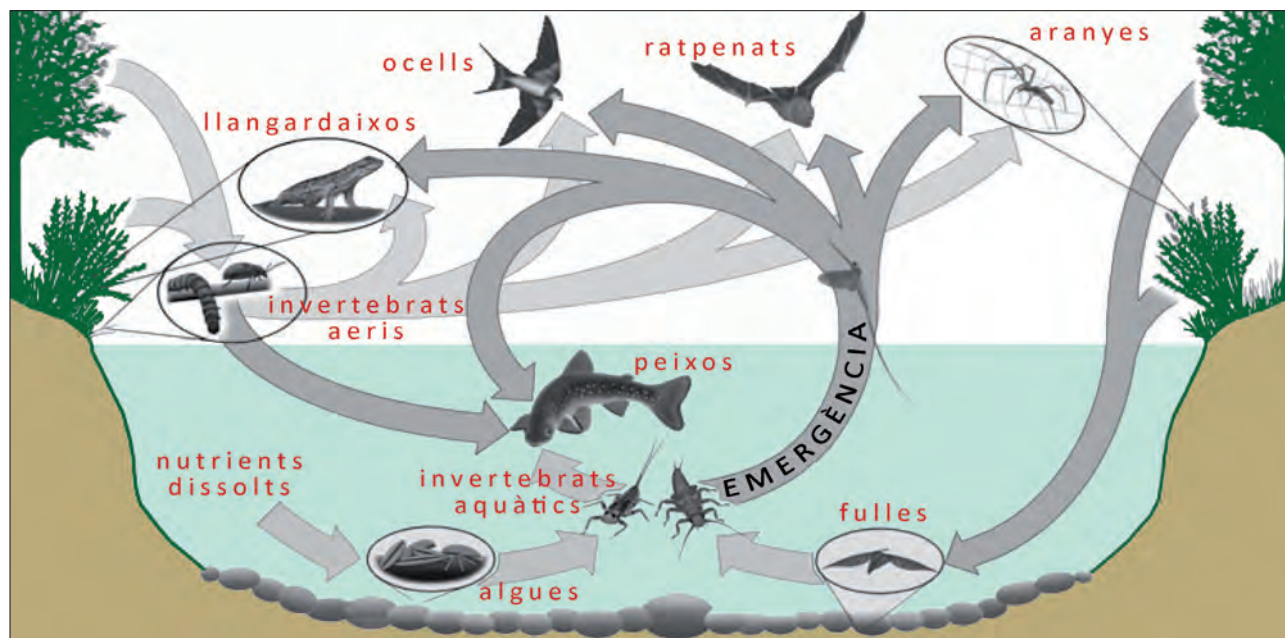


Les frigànies de la família dels sericostomàtids construeixen un estoig a partir de pedretes encaixades entre elles amb molta cura.
[Foto: Jesús Ortiz]

lines, ecosistemes continentals naturals o construïts per l'home en zones costaneres molt influenciades per aigua marina on l'evaporació és molt elevada i la sal es concentra fins a valors molt superiors als del mar. De manera natural, l'aigua de les salines s'evapora i totes les artèmies moren assecades. Les femelles, però, contenen ous fecundats que no solament són resistents a la sequera sinó que necessiten assecar-se perquè es pugui dur a terme l'eclosió amb el següent període d'inundació i iniciar, així, el cicle una altra vegada.

Alguns macroinvertebrats aquàtics continentals també tenen aplicacions en camps més artístics, com pot ser la joieria. Aquest és el cas de les larves de frigànies, que construeixen estoigs. Aquesta pràctica és poc coneguda al nostre país, però és habitual entre les comunitats científiques o naturalistes de regions amb certa tradició d'afinitat als ecosistemes aquàtics, com ara Amèrica del Nord.

En una societat que es comença a preocupar pel medi ambient i, sobretot, per l'aprofitament sostenible d'uns recursos naturals cada vegada més limitats, com és el cas de l'aigua, els macroinvertebrats aquàtics continentals adquireixen una importància creixent com a indicadors biològics de l'estat ecològic dels ecosistemes aquàtics on viuen. El fet de dependre d'una manera tan directa dels recursos hídrics, els atribueix la capacitat de proporcionar informació no solament sobre la qualitat de l'aigua, sinó també sobre l'hàbitat, la hidrologia, la vegetació de ribera, els usos del sòl a la conca i tot un conjunt de condicions ambientals i biològiques que determinen l'estructura i la funcionalitat de l'ecosistema. Les condicions químiques poden ser relativament estables en ecosistemes lacustres, però en els cursos fluvials són molt variables. Un abocament contaminant pot durar pocs minuts, els efluents de les estacions depuradores d'aigües residuals tenen una variació diària molt marcada i la difusió de



Els macroinvertebrats aquàtics continentals tenen un paper clau en la xarxa tròfica de l'ecosistema aquàtic i també es troben implicats en el funcionament de l'ecosistema ripari. Les fletxes en gris clar del diagrama representen els fluxos de matèria interns de l'ecosistema aquàtic o de l'ecosistema ripari i les fletxes en gris fosc representen els fluxos de matèria recíprocs entre els dos ecosistemes. [Modificat de Baxter i col·laboradors, 2005]

nutrients dels terrenys adjacents són molt dependents de les precipitacions. En definitiva, en ecosistemes fluvials les variables químiques donen informació sobre les condicions durant un període de temps massa curt per a un ecosistema tan canviant. Per contra, els organismes que viuen a l'ecosistema aquàtic, com els macroinvertebrats, proporcionen una visió integrada sobre l'estat ecològic al llarg de les darreres setmanes.

Ja s'ha esmentat que els macroinvertebrats aquàtics continentals es troben implicats directament en l'estructura i el funcionament dels ecosistemes aquàtics. L'estructura fa referència als elements biòtics i abiòtics que configuren l'ecosistema. Els elements biòtics són la composició taxonòmica d'organismes vius entre els quals

hi ha els macroinvertebrats, a més de peixos, algues i molts d'altres. Els elements abiòtics són les estructures inerts com l'aigua, els còdols, etc.. El funcionament engloba tots els processos biogeoquímics que es produeixen a l'ecosistema, inclosos aquells que són catalitzats per organismes biològics, com ara l'assimilació de nutrients per les algues, la desnitrificació a través de processos respiratoris anòxics de bacteris, la fotosíntesi dels organismes autòtrofs, o la respiració aeròbica, entre d'altres. En aquest context, la importància dels macroinvertebrats en l'ecosistema és cabdal perquè representen una peça clau de la xarxa tròfica i es troben directament implicats en la dinàmica de nutrients. Fan la funció de nexa entre els nivells inferiors i els més superiors de la xarxa tròfica de

l'ecosistema aquàtic. Consumeixen productors primaris com algues i plantes submergides, detritus i materials al·lòctons provinents de la ribera com fulles i branques caigudes dels arbres, mentre són, alhora, depredats per consumidors secundaris de l'ecosistema aquàtic com altres macroinvertebrats depredadors i peixos, i també de l'ecosistema ripari adjacent com amfibis, ocells i ratpenats. Representen, doncs, un component biològic molt important en la transferència d'energia i nutrients per a l'ecosistema i, per tant, també en la seva capacitat d'autodepuració.

Als ecosistemes aquàtics poc o gens afectats per l'activitat humana, la riquesa d'espècies pot ser molt elevada. En un tram de riu amb un estat natural o poc alterat, la comunitat de macroinvertebrats pot superar fàcilment el centenar d'espècies. Per contra, si aquest mateix ecosistema es troba afectat per alguna font de contaminació o per una alteració important del canal, la diversitat pot disminuir de manera molt notable, tal com s'observa a pràcticament tots els trams de riu que circulen per l'àrea metropolitana de Barcelona. No obstant això, també cal tenir en compte diferents tipus d'ecosistema.

Els ecosistemes aquàtics que es troben sotmesos a unes condicions ambientals extremes o molt canviants poden presentar una riquesa d'espècies molt baixa de manera natural. N'és un exemple l'estanyol de can Císó, a Banyoles (Pla de l'Estany), on durant bona part de l'any les concentracions d'àcid sulfhídric són molt elevades i no es pot desenvolupar cap tipus de macroinvertebrat. Un altre exemple és el cas dels bassals de pluja on l'elevada temporalitat només permet el desenvolupament d'unes quantes espècies, sobretot microcrustacis —copèpodes, cladòcers i ostràcodes— i potser també alguna espècie de macroinvertebrat primitiu del grup dels anostracis, dels conostracis o dels notostracis. Des d'un punt de vista ecologista, la riquesa d'espècies adquireix una



El mostreig de macroinvertebrats aquàtics continentals proporciona informació molt valuosa sobre l'estat ecològic dels ecosistemes aquàtics. [Foto: Núria Sellarès-CERM]

gran importància per si mateixa, però la importància real d'aquest paràmetre té la base en l'ecologia, una doctrina amb base científica que no es pot confondre amb el primer concepte. Des de la perspectiva de l'ecologia, la importància de la riquesa taxonòmica rau en el fet que cada espècie es troba involucrada en tot un conjunt de processos ecològics i biogeoquímics imprescindibles per al correcte funcionament de l'ecosistema.

Així, doncs, com més elevat sigui el nombre d'espècies, més gran serà el nombre de vies per les quals es pugui realitzar un procés determinat i resultarà més difícil que algun procés rellevant per al funcionament de l'ecosistema es trobi afectat davant de possibles extincions. Com a exemple, podem imaginar un tram d'un torrent de muntanya que circula entre un bosc de caducifolis, per exemple una fageda. Si només hi ha una o dues espècies amb capacitat per processar la fullaraca que cau regularment al llit del riu, en el cas que es produeixi

una pertorbació, com podria ser una riuada, el risc que aquesta o aquestes espècies clau siguin eliminades seria molt elevat. En absència de trituradors, la degradació de fullaraca seria molt més lenta i s'acumularia en el llit del riu. Aquesta acumulació de fullaraca podria provocar una reacció en cadena sobre els altres components de la comunitat i els processos biogeoquímics, com ara la disminució d'algunes algues que necessiten adherir-se a substrats inorgànics, ara privats de llum, un increment de la demanda d'oxigen per l'acumulació de matèria orgànica, etc. En conseqüència, disminuiria el nombre de brostejadors, d'espècies reòfiles i de filtradors, respectivament, que alhora constitueixen l'aliment d'espècies de nivells tròfics superiors com els peixos. En definitiva, la desaparició d'una sola espècie podria alterar de manera considerable el funcionament de l'ecosistema.

Si, en canvi, hi ha un nombre més elevat de macroinvertebrats dins del gremi dels trituradors, les probabilitats que alguna espècie pugui sobreviure davant d'una pertorbació seran més elevades gràcies a les diferències morfològiques i comportamentals que existeixen entre les espècies. Així, doncs, una riquesa taxonòmica elevada disminueix la sensibilitat de l'ecosistema a l'extinció d'espècies i garanteix el correcte funcionament davant de determinades pertorbacions.

A escala global, la riquesa taxonòmica de macroinvertebrats aquàtics continentals i de la resta d'organismes vius té, a més d'un paper clau en el funcionament dels ecosistemes, una aplicació potencial molt important en els camps de la medicina i de la indústria. Cada espècie biològica té un codi genètic exclusiu format per un gran nombre de gens. Alguns d'aquests gens poden ser comuns amb altres espècies, fins i tot amb algunes de molt diferents, però n'hi ha molts que són exclusius d'una o molt poques espècies. En conjunt, tots aquests gens formen part d'un banc genètic que pot ser aprofitat pels

humans gràcies a les tècniques d'enginyeria genètica. En l'actualitat, aquesta pràctica encara no és gaire comuna en invertebrats d'aigua dolça, però sí en invertebrats marins, sobretot en esponges, per la seva capacitat de sintetitzar metabòlits secundaris amb finalitats competitives que sovint presenten propietats químiques amb aplicacions en medicina, com ara antiinflamatoris, antibacterians, antivírics o antitumorals.

Altres aplicacions poden semblar una mica absurdes i poc morals com l'exemple de la Universitat d'Osaka (Japó), on es van crear els primers mamífers que brillen en l'obscuritat per mitjà de tècniques d'enginyeria genètica per introduir gens de meduses luminescents en òvuls fertilitzats de ratolí. L'objectiu d'aquesta modificació és disposar d'un marcador genètic que faciliti la identificació d'animals modificats al laboratori en investigacions de nous fàrmacs.

Tant al nostre país com a la resta del món, existeixen moltes associacions naturalistes especialitzades que es dediquen a observar, col·leccionar i estudiar grups concrets d'invertebrats. Les papallones, els escarabats aeris i els gasteròpodes marins són, segurament, els grups amb major nombre d'aficionats. Els macroinvertebrats aquàtics continentals no acostumen a ser tan vistosos i atractius com els seus parents aeris i marins i el nombre d'adeptes és força inferior. Una excepció és el grup *Oxygastra* de la Institució Catalana d'Història Natural (societat filial de l'Institut d'Estudis Catalans), que organitza trobades i sortides periòdiques per observar i estudiar el món de les libèl·lules, sobretot dels adults però sense oblidar tampoc les fases aquàtiques. A part dels escarabats, les papallones i els mol·luscs aquàtics que puguin resultar d'interès a associacions que sobretot es preocupen de les espècies aèries, la resta de grups d'invertebrats aquàtics no tenen gaires seguidors. Poden ser, en canvi, de gran interès per a alguns científics



Els efemeròpters polimitàrcids adults de l'espècie *Ephoron virgo*, coneguts amb el nom de *palometes* a les terres de l'Ebre, emergeixen de manera massiva i coordinada durant un període de temps molt curt. A la nit es concentren a la vora de l'enllumenat públic atrets per l'escalfor. [Foto: Núria Cid]

especialitzats, que els estudien en busca d'aplicacions o bé senzillament per contribuir al propi coneixement.

Fins aquí ens hem referit a diferents aplicacions i aprofitaments que els humans fem o hem fet de manera directa o indirecta dels macroinvertebrats aquàtics continentals al nostre país. Juntament amb altres beneficis dels quals gaudim com l'autodepuració natural de l'aigua, la pesca, la navegació o el lleure, formen part del que anomenem *serveis ecosistèmics*, és a dir, serveis

naturals que ens proporcionen els ecosistemes, aquàtics en aquest cas. Però no totes les interaccions resulten beneficioses per a nosaltres.

Al tram baix de l'Ebre, cada any, entre finals d'agost i principis de setembre, es produeix una emergència coordinada i massiva de l'espècie d'efímera *Ephoron virgo* (Polymitarcyidae), coneguda localment amb el nom de *palometa*. Amb un objectiu exclusivament reproductiu, tot plegat dura només unes hores: després del vol nupcial i l'aparellament, els mascles moren exhausts i les femelles se submergeixen a l'aigua per pondre els ous per a la següent generació i morir poc després. Entre la curiositat i l'enigmàtica, aquest fenomen també pot representar un cert risc, sobretot per al trànsit de vehicles perquè les palometes no solament se senten atretes per l'enllumenat, sinó que, a més, molts individus cauen al terra sense poder reprendre el vol i formen una mena de catifa densa i molt relliscosa.

Altres macroinvertebrats també poden resultar perjudicials o indesitjats, i fins i tot poden arribar a comportar conseqüències força greus per a la ramaderia, la indústria i la salut humana. El cas més representatiu és el dels organismes paràsits, com les sangoneres i fases adultes aèries com els tàvecs, els mosquits o les mosques negres, entre d'altres. Una trobada indesitjada amb una sangonera pot resultar una mica esgarriposa, una picada d'un tàvec o de les espècies més comunes de mosquit molesta, però una pessigada d'una mosca negra o de segons quina espècie de mosquit ja és una altra cosa. Com ja s'ha esmentat anteriorment, molt poques espècies de sangonera són xucladores de sang i són més aviat poc abundants en el conjunt del nostre país. Ataquen sobretot animals salvatges i bestiar, però de tant en tant també hi ha algun cas d'atac a humans. Si alguna vegada us banyeu en una bassa i teniu un encontre indesitjat amb una sangonera xucladora de sang, no intenteu desfer-vos-en estirant

perquè tenen unes mandíbules molt potents i correu el risc d'arrencar també un tros de carn pròpia. La solució més ràpida i efectiva per alliberar-vos-en és no atabalar-se i cremar el cos de la sangonera amb un encenedor, ella mateixa es deixarà anar.

Els mosquits, en canvi, són gairebé tots hematòfags, xucladors de sang. O més aviat s'hauria de dir xucladores, perquè són les femelles les que ataquen en cerca de sang. Els mosquits mascles adults es poden diferenciar fàcilment de les femelles per les antenes plomoses, que els serveixen per detectar les feromones femenines a grans distàncies. Els mascles tan sols s'han de preocupar de transferir el material genètic a tantes femelles com els sigui possible en el poc temps que tenen de vida



Postes de mosquit a la superfície d'una bassa. [Foto: David Vilasís]

EL MOSQUIT TIGRE

Les picades del mosquit tigre (*Aedes albopictus*) són molt més temudes que les dels altres mosquits. Va ser detectat per primera vegada al nostre país a Sant Cugat del Vallès l'any 2004 i a l'estiu de 2009 ja es va confirmar la seva presència a les quatre demarcacions. Va ser introduït des del sud-est asiàtic de manera involuntària a través de la importació de productes amb petites quantitats d'aigua com pneumàtics usats o el bambú de la sort.¹ A banda que les seves picades no són pas més doloroses que les que poden provocar els seus parents autòctons del mateix gènere, als països d'origen és vector de malalties com el dengue, respon-

1. La *Dracaena sanderiana* és un arbust de la família de les ruscàcies originari de les zones tropicals d'Àfrica occidental que és comercialitzat com a planta decorativa xinesa sota el nom de bambú de la sort, encara que no es tracti ni d'un bambú ni sigui d'origen xinès.

sable d'una pandèmia a escala mundial a mitjan segle passat, i la febre de Chikungunya, darrere d'una plaga a l'Oceà Índic i una amenaça al Mediterrani després del brot epidèmic a Itàlia l'any 2007.



Mosquit tigre (*Aedes* sp.) en el moment de picar. [Foto: David Vilasís]



—sovint pocs dies o setmanes—, de manera que tan sols xuclant la saba d'algunes plantes ja poden aconseguir suficient energia per assolir el seu objectiu. Les femelles, en canvi, han de formar els ous que donaran lloc a la següent generació i per això necessiten molta més energia i nutrients que els que els poden aportar els vegetals. Per això han de complementar la seva dieta amb un fluid molt ric en macronutrients, vitamines i minerals, com la sang dels vertebrats. Els hostes habituals són mòbils i sovint també força reticents. Cada espècie de mosquit presenta una afinitat específica per una o poques espècies d'hoste. Així, doncs, algunes espècies parasiten exclusivament algunes espècies d'amfibis, d'altres ataquen alguns mamífers i, com ja sabem, també n'hi ha unes quantes que tenen afinitat pels humans. Les femelles dels mosquits tenen òrgans especialitzats per detectar l'escalfor en forma de radiacions infraroges que desprenem els organismes de sang calenta i, també, l'anhídrid de carboni que emetem en respirar. Cada espècie de mosquit provoca un tipus diferent de reacció al·lèrgica que, a més, pot ser molt variable en cada persona i fins i tot entre diferents picades. Hi ha persones que no són al·lèrgiques als mosquits i creuen que no en són víctimes mai. Per xuclar la sang, les femelles de mosquits primer injecten un fluid amb una substància sedant i una altra d'anticoagulant. Amb aquesta transferència també és poden inocular protozous, bacteris i virus patògens i actuar, així, com a vectors de transmissió de determinades malalties infeccioses. Al nostre país, les malalties més perilloses com la malària, o paludisme, han estat eradicades amb tractaments molt exhaustius, però van tenir repercussions força importants fins a mitjan segle passat. Tot i això, encara avui dia els mosquits poden tenir repercussions importants i provocar pèrdues importants en la producció de determinats animals domèstics en països desenvolupats i, fins i tot, transmetre malalties

letals per a l'home. Les picades dels mosquits del gènere *Culex* són molestes i poden durar uns quants dies, sobretot si ens rasquem la picada perquè ens podem fer una ferida i augmentar el risc d'infeccions, però són relativament suportables.

A la badia de Roses (l'Alt Empordà), per exemple, els representants del gènere *Aedes* són responsables d'unes picades força més importants però, en canvi, acostumen a tenir una durada inferior. A diferència de la majoria de mosquits, que executen els atacs en cerca de sang sobretot a la nit després d'efectuar algun vol de reconeixement sobre la seva víctima, el gènere *Aedes* acostuma a picar al capvespre i també a ple dia precipitant-se de manera molt directa i ràpida sobre el seu objectiu.

Durant els dies de vent, però, totes les espècies de mosquit disminueixen considerablement l'activitat i resten arrezerats entre la vegetació o en coberts improvisats, perquè les seves dimensions reduïdes no els permeten contrarestar la força més mínima. Les zones més problemàtiques són aquelles on les larves de mosquit, col·loquialment anomenades *cabots* o *calapotins*, tenen les condicions més favorables per completar la fase aquàtica, aigües encalmades càlides i amb concentracions elevades de nutrients.

En són un exemple les maresmes litorals, els dipòsits i pous d'aigua, les fosses sèptiques i les galledes descuidades a jardins i terrasses. En aquests casos, les poblacions de larves de mosquits poden assolir densitats de milers d'individus gràcies al caràcter temporal dels ecosistemes aquàtics, que permet completar la curta fase aquàtica de les larves de mosquit però no la colonització dels seus depredadors com els peixos o les larves de libèl·lula. Altres factors que afavoreixen l'èxit d'aquests insectes tan molestos són les aigües contaminades, a les quals són resistent a diferència de molts dels seus depredadors naturals, o la poca accessibilitat de les acu-

mulacions d'aigua d'origen antròpic. La manera més fàcil de combatre les plagues de mosquits és actuar sobre les larves, perquè es troben confinades en masses d'aigua més o menys ben delimitades. En el passat, les pràctiques més comunes per eliminar aquests inconvenients de soca-rel era assecar completament les zones humides o bé l'addició de biocides molt potents com el DDT, molt persistent en el temps i perjudicial per als ecosistemes naturals i per a l'home. Morta la cuca, mort el verí. Es van salvar moltes vides i inversions, però molts valors naturals s'han perdut de manera irreversible. En l'actualitat, encara s'està lluitant per abolir la utilització de biocides amb conseqüències ecològiques negatives en els països en desenvolupament. Al nostre país, però, el control de plagues de mosquits és abordat d'una manera molt més respectuosa amb el medi ambient. Existeixen centres especialitzats, com el Servei de Control de Mosquits de la Badia de Roses i el Baix Ter, a l'Empordà, que promouen des de fa uns anys el control de les poblacions de mosquits per mitjà d'una gestió ambiental integrada que inclou la recuperació de la dinàmica natural d'inundació dels ecosistemes per reduir les postes de determinades espècies de mosquit, la potenciació dels depredadors naturals dels mosquits, una xarxa de control exhaustiva i la utilització d'eines de modelització hidràulica per controlar les zones inundables on hi ha risc de creixements massius de mosquits. Tot i això, de vegades es produeixen brots massius que han de ser tractats de manera ràpida i eficaç abans que emergeixin els adults. En aquests casos, es tendeix a prioritzar l'aplicació de dosificacions mínimes de larvicides específics per als mosquits i innocus per als altres organismes i l'home.

De manera similar als mosquits, en les mosques negres o simúlids són hematòfagues també exclusivament les femelles adultes. A diferència dels mosquits, però, la fase adulta aèria de les mosques negres disposa d'un

aparell picador molt potent que provoca unes ferides molt prominents en la presa. La majoria d'espècies de mosca negra ataquen espècies d'amfibis i mamífers salvatges. Unes quantes, però, també poden tenir una incidència remarcable en la ramaderia, com és el cas d'alguns països nòrdics, i fins i tot en les poblacions humanes, com en certs països africans. Al nostre país, encara que per sort força menys conegudes, les mosques negres també poden provocar estralls en explotacions ramaderes i atacar persones en algunes zones de les terres de l'Ebre, al sud del camp de Tarragona, al Segrià i al Gironès. L'espècie més freqüent i agressiva és *Simulium erythrocephalum*, i les seves picades són molt doloroses i poden provocar reaccions al·lèrgiques perllongades que es poden estendre a la resta del cos pel reg sanguini.

Els ceratopogònids o, més col·loquialment, rinxoles o grinxoles, són un altre grup de dípters amb fase larvària aquàtica i femelles adultes zooparàsites. Fan mossegades gairebé tan doloroses com les de les mosques negres, però més massives i també poden atacar i transmetre malalties greus tant a animals com a humans. L'espècie més comuna és *Leptoconops irritans*, però n'hi ha d'altres del mateix gènere. Les rinxoles tenen una dispersió molt àmplia al nostre país i són força comunes a les terres de l'Empordà, d'on ve la dita, amb algunes variants, «mil vegades mil mosquits que una rinxola», fent una clara referència al mal de les seves picades en comparació amb les dels mosquits.

Certament, qui hagi experimentat en carn pròpia els atacs dels insectes esmentats fins ara ben segur que s'estimaria més un bon eixam de mosquits que no pas una rinxola o una mosca negra. Els psicòdids i els tabànids són també dípters hematòfags que poden afectar l'home i el bestiar, però tenen una importància força més baixa que els grups anteriors. El primer grup ataca ocells, mamífers i amfibis, mentre que el segon



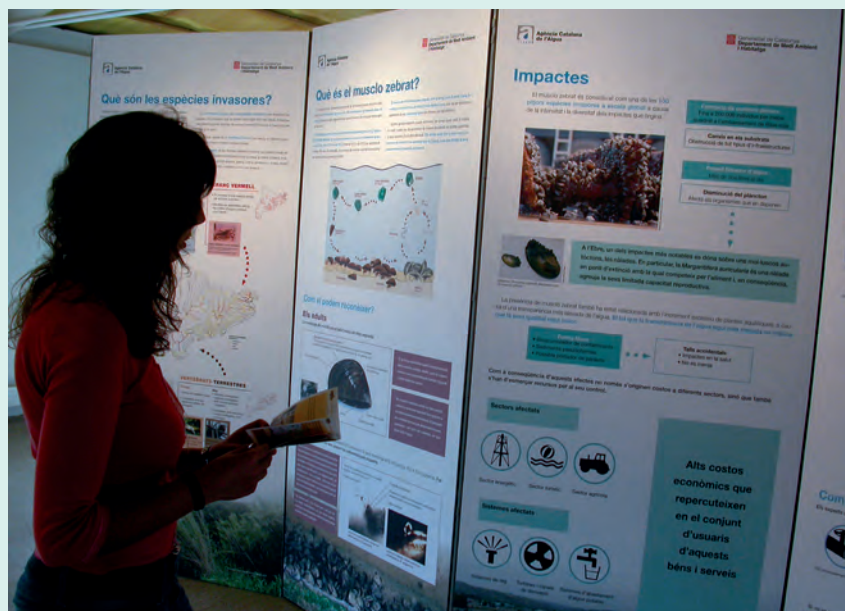
EL MUSCLO ZEBRAT

El musclo zebra (*Dreissena polymorpha*) és força més problemàtic que el cranc americà. Al nostre país, encara està limitat a l'Ebre però actualment es troba catalogat entre les cent espècies invasores més perjudicials del planeta amb la posició trenta-u. Aquest bivalve amb origen als estuaris dels mars Negre i Caspi, entre Europa i Àsia, és totalment sèssil i no acostuma a sobrepassar els tres centímetres de llargada, però té un impacte negatiu molt important en l'estat ecològic dels ecosistemes aquàtics, el comerç, la indústria, l'agricultura i el turisme. Gràcies a la seva capacitat reproductiva extremament gran, la capacitat de dispersió de les larves i la seva resistència a la contaminació i a la sequera, poden formar colònies molt denses que provoquen canvis importants en l'estructura del substrat

dels ecosistemes aquàtics, esgoten els recursos tròfics i poden obstruir tubs, turbines i canals. En l'actualitat, existeixen diverses línies de recerca per contrarestar aquesta espècie en centres de tot el món, com ara la Unitat d'Ecosistemes Aquàtics de l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) de Sant Carles de la Ràpita (Montsià), i campanyes de prevenció per evitar-ne la propagació per mitjà de transvasaments d'aigua, trasllat d'embarcacions i transport de peixos, com la promoguda per la secció d'espècies invasores de l'Agència Catalana de l'Aigua.

Una altra espècie amb un impacte de característiques similars però de menor magnitud és la mercierella (*Ficopomatus enigmaticus*), un cuc poliquet que segrega uns tubs calcaris per protegir el seu cos i que pot comportar afectacions importants a diferents estructures hidràuliques.

Exposició sobre el musclo zebra, produïda per l'Agència Catalana de l'Aigua, l'any 2008. [Foto: Marc Ordeix-CERM]



no té gaire bona fama entre excursionistes i ramaders de boví.

Altres dípters que poden resultar molestos, però en cap cas representar un risc per a la nostra salut, són els quironòmids o mosquits d'eixam i les típules. Ambdós grups tenen una fase adulta aèria que podria ser fàcilment confosa amb un mosquit, però amb la diferència que no disposen d'un aparell bucal gaire o gens desenvolupat i, per tant, no poden picar ni mossegar cap animal. Tenen una vida adulta molt curta i dedicada exclusivament a la reproducció i a la dispersió, durant la qual sobreviuen gràcies a les reserves acumulades durant la fase larvària. Els mosquits d'eixam són atrets per les fonts lluminoses durant la nit i poden formar eixams de milers d'individus al voltant d'indrets on els humans realitzen activitats als capvespres de l'estiu, com sopars, balls, càmtings o mini-golfs. Les típules, en canvi, encara que també presenten aquesta atracció típica de molts altres insectes per la llum a la nit, són solitàries i no gaire bones en el vol. El més habitual és trobar-les reposant en alguna paret poc freqüentada o topant reiteradament contra un vidre en

l'intent d'apropar-se a l'escalfor dels habitatges. El seu aspecte és molt semblant al d'un mosquit, però molt més gran, fet que sovint els comporta una mort ràpida davant la falsa creença que una bèstia tan gran i semblant a un mosquit ens pugui atacar.

Existeixen diverses espècies de nematodes i nematòrfs o gordiacis endoparàsits que poden afectar altres invertebrats, tant aquàtics com terrestres, i vertebrats com els peixos, el bestiar i també l'home. Algunes espècies d'aquests dos grups taxonòmics tan filogenèticament propers presenten uns cicles vitals veritablement complexos que requereixen parasitar diversos hostes d'espècies molt diferents, tant aquàtiques com aèries. El grup dels nematodes ha estat especialment estudiat per l'abundància d'espècies que parasiten sobretot l'intestí humà, però també altres òrgans com els pulmons. Aquests paràsits viuen al sòl i al medi aquàtic i poden penetrar en el nostre cos per la boca, en ingerir aigua sense tractar, encara que sigui pura i cristal·lina d'alta muntanya, o fins i tot a través de la pell. El risc d'incidència és força baix, però cal tenir-ne coneixement.



2. ORIGEN I DIVERSITAT DELS MACROINVERTEBRATS AQUÀTICS

Jesús Ortiz

La taxonomia és la part de la biologia que s'encarrega de la descripció, identificació, classificació i nomenclatura dels éssers vius en grups o tàxons de diferents rangs. Prové del grec *taxis*, que significa ordenació, i *nomos*, norma o regla. Una mateixa espècie animal rep un nom que pot ser molt diferent en cada idioma, però també pot variar bastant entre diferents zones o regions que comparteixen una mateixa llengua. Fins i tot en algun cas, un mateix nom pot designar espècies que taxonòmicament no tenen res a veure entre elles.

Això significa que si algú vol fer un treball escrit sobre alguna espècie en particular, probablement trobarà algunes dificultats a l'hora de fer-hi referència. Sobretot si es té en compte que actualment s'estima que existeixen uns dos milions d'espècies d'organismes vius descrits a tot el planeta, sense tenir en compte les espècies que encara queden per descobrir ni les espècies fòssils ja extingides. Per aquesta raó, es van començar a desenvolupar diferents sistemes universals per estandarditzar els noms de les espècies arreu del món. Finalment, el sistema més acceptat per conveni va ser la nomenclatura binomial o binària, que assigna a cada espècie un nom amb dues paraules. Carl von Linné (1707 - 1778) va desenvolupar i promoure aquest sistema a través de les seves publicacions, entre les quals destaca el famós *Systema naturae* de l'any 1735. Aquest metge i naturalista suec es va marcar el repte de descriure i assignar un nom universal a totes les espècies biològiques existents per establir una mica d'ordre amb criteri humà en l'enorme caos que representa el món natural. Dos-cents anys després, i amb una comunitat de taxònoms força més nombrosa que aleshores, encara ens trobem força lluny d'aconseguir-ho.

Un cop descrites i abans d'assignar-los un nom definitiu, les diferents espècies d'organismes vius han de ser classificades o agrupades en rangs taxonòmics superiors —família, ordre, classe, filum, regne i domini. Aquesta classificació es realitza d'acord amb les relacions de proximitat evolutiva que existeixen entre les espècies a partir de mètodes científics basats en caràcters morfològics, bioquímics i genètics.

Els caràcters morfològics es basen en l'anatomia dels organismes, tant externa com interna, i es tenen en compte diferents característiques poc variables entre els diferents individus del mateix grup i les dimensions globals i mides de determinades parts, la coloració i les pautes de pigmentació, la forma, el nombre, la longitud i la forma dels apèndixs, el nombre, la distribució i la longitud de les setes, etc. Els caràcters bioquímics es basen en analítiques de determinades secrecions o òrgans per determinar quines molècules sintetitza cada espècie. Els caràcters genètics són més fiables que els dos anteriors, perquè són constants i no varien en funció de les condicions ambientals. Es refereixen a la informació continguda en segments concrets de l'ADN¹ del nucli cel·lular o l'ARN² ribosòmic de determinades cèl·lules.

Els criteris genètics són cada dia més utilitzats en estudis taxonòmics i evolutius gràcies al desenvolupament de tècniques de seqüenciació cada vegada més eficients i fiables. Aquests estudis genètics comporten un canvi constant dels noms, l'agrupament, el rang taxonòmic i la filogènia, no solament d'invertebrats sinó també de grups més coneguts com els amfibis o els mamífers, que de vegades desorienta molts científics

1. L'ADN, o àcid desoxiribonucleic, és la molècula portadora de la informació genètica en els éssers vius.

2. L'ARN, o àcid ribonucleic ribosòmic, constitueix la part central dels ribosomes, que s'encarreguen de sintetitzar les proteïnes en les cèl·lules vives a partir de la informació continguda a l'ADN.

i amants de la natura. En són un exemple espècies com l'efemeròpter *Ephemerella ignita*, que des de fa uns anys es diu *Serratella ignita*, o la família d'oligoquets naídids, que recentment alguns autors consideren dins de la família dels tubíficids d'acord amb els resultats obtinguts amb diverses tècniques genètiques. I per si això no fos suficient, també existeixen diferents escoles de taxonomia amb diferents criteris i perspectives que afegeixen encara més inestabilitat i confusió a la nomenclatura i classificació de les espècies. De manera similar, la taxonomia de les fases larvàries i les adultes d'alguns grups com les efímeres són estudiades per diferents grups de taxònoms de manera independent, de manera que la classificació de larves i adults de vegades resulta incongruent i fins i tot contradictòria.

Segons el conveni internacional de sistemàtica per organismes biològics, el nom científic de cada espècie és format per un nom de gènere i un d'específic, de manera semblant a un cognom seguit del nom, per exemple l'efemeròpter *Baetis rhodani*. D'aquesta manera, diverses espècies filogenèticament properes poden compartir un mateix nom de gènere i, per fer referència a totes les espècies d'un mateix gènere, podem fer servir el nom del gènere tot sol. Per exemple, dins del gènere *Baetis* hi ha les espècies *Baetis rhodani*, *Baetis lutheri*, *Baetis fuscatus*, etc.

El fet que dues espècies comparteixin un mateix epítet específic, en canvi, no significa que tinguin cap tipus de relació filogenètica i fins i tot poden pertànyer a regnes diferents. A tall d'exemple, *Crenobia alpina* és una planària, *Leuctra alpina*, un plecòpter, *Nais alpina*, un oligoquet i *Linaria alpina*, una planta de la família de les escrofulariàcies que es pot trobar als Pirineus entre 1.600 i 3.000 metres d'alçada. Tots quatre tenen un mateix nom específic, però l'únic que comparteixen és la distribució altitudinal, alpina. Per aquesta raó, el

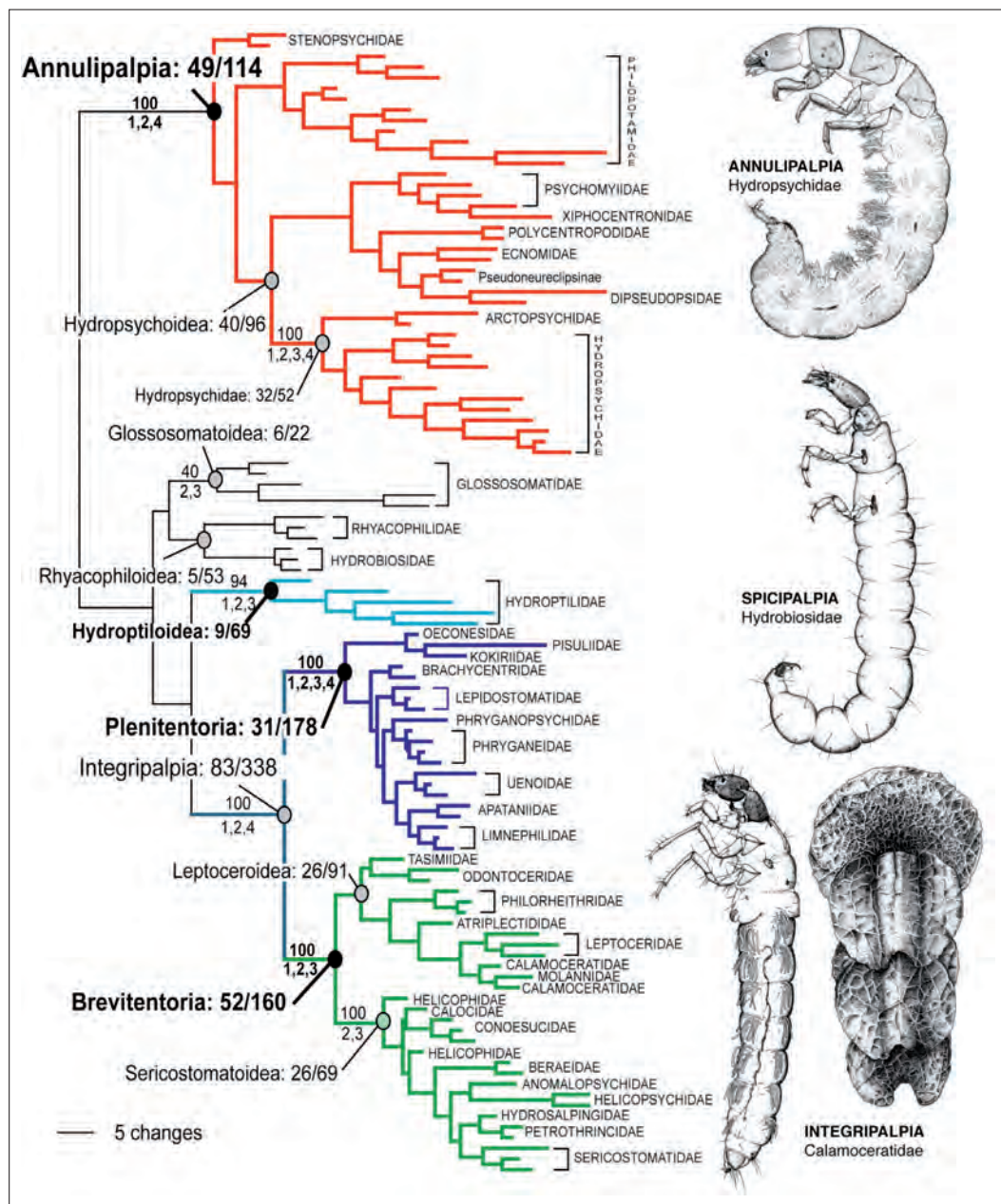
Taula 1. Taxonomia de les espècies biològiques

Rang	Sufix	Exemple
Domini		Eukaryota, eucariotes
Regne		Metazoa, animals
Subregne		
Fílum o divisió		Arthropoda, artròpodes
Subdivisió		
Classe		Hexapoda, insectes
Subclasse		
Cohort		
Ordre		Ephemeroptera, efímeres
Subordre		
Superfamília	-oidea	Ephemeroidea
Família	-idae	Ephemeridae, efemèrids
Subfamília	-inae	
Tribu	-ini	
Subtribu	-ina	
Gènere		<i>Ephemera</i>
Subgènere		
Secció		
Subsecció		
Sèrie		
Espècie		<i>Ephemera vulgata</i>
Subespècie		
Varietat		
Subvarietat		
Forma		

Les espècies biològiques s'agrupen en diferents rangs i subrangs taxonòmics ordenats de manera jeràrquica. Els noms del grup de família es formen afegint un sufix específic a l'arrel o al nom sencer del gènere tipus. Els sufixos dels noms dels altres rangs no es troben regulats. [Font: International Commission on Zoological Nomenclature, Tree of Life web project i Fauna Ibérica]



Filograma construït a partir de les anàlisis d'ARN, característiques morfològiques, del gen mitocondrial COI, el gen nuclear EF-1 α i la divisió de les famílies de frigànies del món en grups monofilètics. Les quatre primeres subdivisions estan acolorides i destaquen en negreta i el punt negre indica el node. Els números que acompanyen els grups taxonòmics superiors indiquen el nombre de gèneres que han estat seqüenciats i el nombre total de gèneres coneguts en cada grup. Els números de damunt dels nodes representen probabilitats posteriors baiesianes d'un estudi amb 138 taxons fent servir un model mixt d'anàlisi GTR + I + G. Els números de sota dels nodes indiquen la disponibilitat de dades obtingudes a partir de diferents mètodes (1: ARN, 2: morfologia, 3: gen EF - 1 α , 4: gen COI). [Modificat de Kjer i col. (2002) i Kjer i col. (2003)]



nom específic no es pot fer servir tot sol en cap cas i sempre ha d'anar acompanyat del nom del gènere.

Segons el conveni adoptat i descrit en detall per la Comissió Internacional de Nomenclatura Zoològica, els noms científics d'espècies biològiques s'escriuen en cursiva de manera preferent, tot i que en el cas que es tracti de textos escrits a mà o amb un editor de text amb limitacions, també es poden subratllar. També està permès destacar els noms d'espècie en negreta, però no és gens habitual. El nom genèric s'escriu amb la lletra inicial en majúscula i l'específic sempre tot en minúscula, tal com hem vist en diversos exemples anteriors. El gènere es pot abreujar amb la inicial en el cas que ja hagi estat citat prèviament en un mateix text o si es tracta d'una espècie molt coneguda i sense possibilitats de confusió, com és el cas de *B. rhodani* de *Baetis rhodani*.

De manera resumida, els noms científics tenen una arrel grecollatina, es construeixen a partir de noms llatins o llatinitzats i les normes de pronunciació són les pròpies del llatí, tot i que gairebé tothom en fa una adaptació a la normativa de la seva respectiva llengua i ni tan sols els taxònoms de major prestigi les respecten de manera estricta. Tant el nom del gènere com el de l'espècie sovint fan referència a alguna característica o atribut intrínsec del grup, però també és comú que s'utilitzin per destacar la zona o regió on és propi el gènere o l'espècie en qüestió o bé en memòria d'alguna personalitat destacada en el món de la taxonomia o fins i tot com a dedicatòria personal a algú proper.

En són un petit exemple el gènere d'efemeròpters *Ephemera* (Linné, 1758), el nom dels quals prové del mot d'origen grec *efímer* i fa referència a la curta vida de l'estadi adult. *Hydraena gavarrensis* (Jäch, Díaz i Martinoy, 2005) és una espècie probablement endèmica d'escarabat amb fase adulta aquàtica descrita a partir d'individus capturats a les Gavarres (Baix Empordà). El

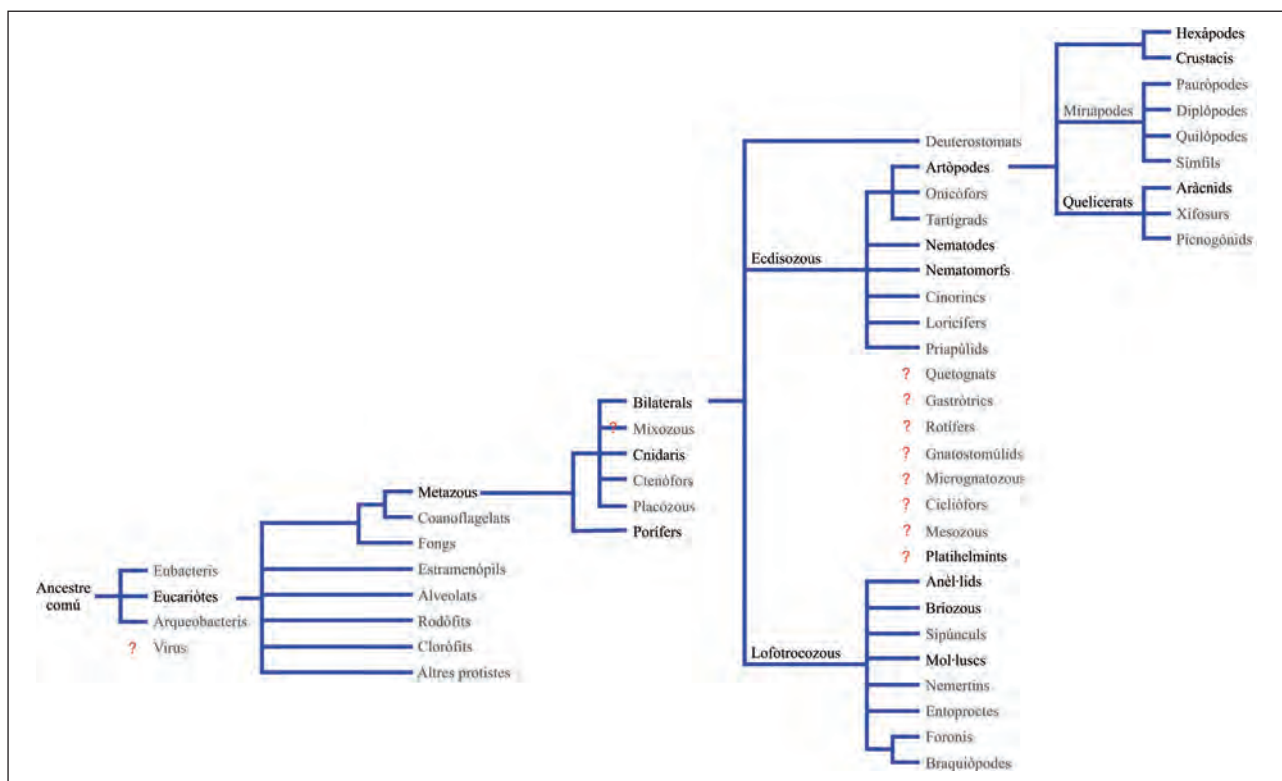
plecòpter *Protonemura pyrenaica* (Mosely, 1930), en canvi, té un nom específic que fa referència als Pirineus, tot i que estudis posteriors van desvetllar que també és present en altres muntanyes del nord de la Península Ibèrica. El gàmmar *Echinogammarus margalefi* (Pinkster, 1973), habita a les conques dels rius Túria i Xúquer (Terol-València i Conca-Cullera, respectivament) i va ser dedicat al cèlebre professor de la Universitat de Barcelona Ramón Margalef. De manera similar, *Choroterpes prati* (Puig i Gaiño, 1996) és un efemeròpter dedicat a Narcís Prat, també catedràtic de la Universitat de Barcelona. L'anècdota que acompanya el descobriment d'aquesta espècie de descripció recent és que, com que els autors pensaven que al nostre país tots els organismes ja havien estat descrits, van trigar deu anys a adonar-se que es tractava d'una espècie nova. Existeixen també exemples de dedicatòries menys formals, com és el cas de *Caenis nachoi* (Alba-Tercedor i Zamora-Muñoz, 1993), un efemeròpter dedicat al fill Nacho del primer autor.

Els noms de família i rangs superiors tenen, igual que els noms de gènere i d'espècie, una arrel grecollatina. En aquest cas, en canvi, no s'han d'escriure en cursiva sinó en lletra convencional però amb la lletra inicial en majúscula. A més a més, aquestes categories superiors ofereixen la possibilitat de poder ser traduïdes a la llengua col·loquial, cosa que facilita notablement l'ortografia i la fonètica en els redactats. Així, doncs, Leptophlebiidae es pot substituir per la família dels leptoflèbids, o l'ordre Trichoptera, per tricòpters, etc. Existeixen excepcions de temps passats que encara no han estat modificades, però per norma general els noms de les famílies de publicació recent s'han de formar a partir del plural en llatí de l'arrel d'un nom de gènere vàlid. Els noms dels rangs superiors a família generalment fan referència a algun atribut propi del grup. Per exemple, alguna característica morfològica com la presència d'ales, de pilositats o altres



estructures. Tot i que en aquest llibre ens preocupem de les fases aquàtiques dels insectes, els noms amb els quals van ser batejats en primera instància fan clara referència a les fases vitals més vistoses, generalment els adults aeris perquè amb tota probabilitat van ser les primeres a ser descobertes i, per tant, descrites. Si es revisen documents antics, fins i tot es poden trobar casos en què es van assignar noms d'espècies diferents per a la fase de larva i per a l'adult fins que es va descobrir que es tractava d'individus d'una mateixa espècie que experimenta metamorfosi.

El terme filogènia, del grec *phylon*, que significa tribu o raça, i *genetikos*, relatiu al naixement, fa referència a la història evolutiva dels organismes vius. Tal com ja s'ha esmentat en el capítol introductori, els macroinvertebrats aquàtics continentals constitueixen un grup parafilètic perquè provenen d'un ancestre comú, però no inclouen tots els grups derivats d'aquest predecessor. Aquest grup artificial és format principalment per grups d'origen marí —porífers, cnidaris, nematodes, nematomorfs, platihelminths, briozous, crustacis i molts mol·luscs— però també n'hi ha d'origen aeri —insectes i aràcnids— i d'altres

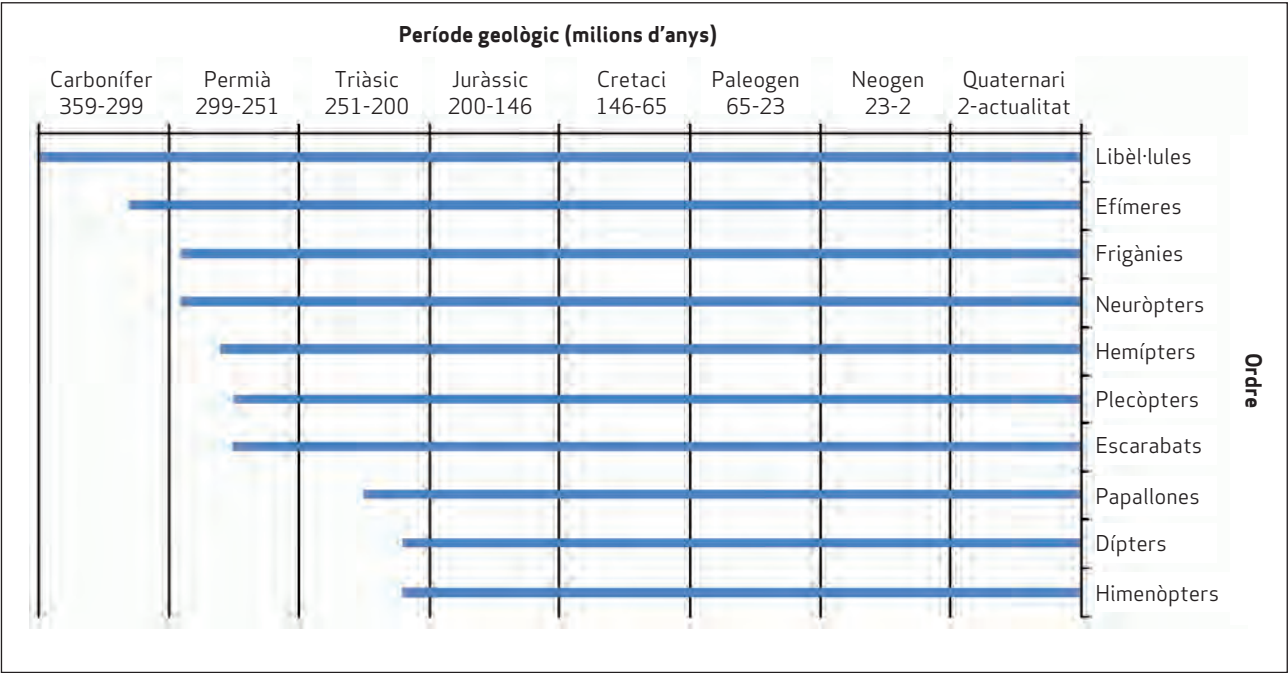


Els macroinvertebrats aquàtics continentals constitueixen un grup parafilètic d'animals sorgits en diferents moments evolutius i que han colonitzat els ecosistemes aquàtics continentals de manera independent. [Font: Tree of Life Web Project]

que provenien del medi marí, van conquerir el medi aeri i després van tornar al medi aquàtic però continental –alguns mol·luscs. En el cas dels anèl·lids, encara no es tenen prou dades per corroborar si van colonitzar primer el medi aeri o bé les aigües continentals. El registre fòssil dels anèl·lids i altres organismes de cos tou es troba molt limitat com a conseqüència de la manca d'estructures endureides i dificulta força els estudis evolutius.

Entre tots els grups de macroinvertebrats que es poden trobar en els ecosistemes aquàtics continentals, els insectes són amb diferència els més estudiats per la seva rellevància tant en nombre d'espècies com en diversitat morfològica i abundància. Els diferents llinatges

d'insectes han colonitzat els ecosistemes aquàtics continentals de manera independent, en diferents moments i per vies diferents. D'aquesta manera, els diferents grups d'insectes han resolt les dificultats per poder viure en el medi aquàtic amb adaptacions morfològiques i comportamentals molt diverses, tal com veurem al capítol següent. Per exemple, algunes espècies continuen depenent de l'aire atmosfèric per aconseguir l'oxigen a través de sifons respiratoris, plomalls hidròfobs o formació de bombolles. D'altres han desenvolupat estructures especials per poder explotar l'oxigen dissolt a l'aigua i algunes espècies fins i tot han adquirit pigments respiratoris especials per optimitzar l'absorció de l'oxigen.



El medi aquàtic ha estat colonitzat repetidament al llarg de la història geològica per diversos grups d'insectes i de manera independent. Les línies indiquen el període de temps a partir del qual va aparèixer cada ordre segons indiquen les restes fòssils. [Font: Folch (ed.) (1994)]



3. GRUPS DE MACROINVERTEBRATS AQUÀTICS DE CATALUNYA

Jesús Ortiz

A Catalunya es coneixen al voltant de dues-centes famílies de macroinvertebrats aquàtics continentals. La classe dels insectes és la més ben coneguda i engloba gairebé la meitat d'aquestes famílies. Altres grups han estat menys estudiats, com els conostracis o els hidràcars, o bé la seva identificació és més complexa, com els nematodes o els briozous.

Aquestes diferències quant a disponibilitat d'eines i complexitat d'identificació sovint tenen implicacions

importantes en estudis tècnics i científics, perquè els estudiosos es veuen obligats a fer un tractament de dades amb grups pertanyents a diferents rangs taxonòmics. En són un exemple clar els seguiments d'estat ecològic, que habitualment fan servir índexs basats en macroinvertebrats. Gairebé tots els grups de macroinvertebrats amb puntuació en aquests índexs tenen rang de família, com és el cas dels insectes, però altres grups són representats a nivells superiors: ordres, classes o, fins i tot, fílums. En aquest capítol es comenten els grups de macroinvertebrats més representatius del nostre país, ja sigui per la seva ubiqüitat o bé per la seva singularitat.

Taula 2. A Catalunya es coneixen més de dues-centes famílies de macroinvertebrats aquàtics continentals distribuïdes en 34 ordres o rangs taxonòmics superiors

Insectes	Crustacis	Anèl·lids	Mol·luscs	Altres
Col·lèmbols	Cladòcers	Poliquets	Gasteròpodes	Porífers
Libèl·lules	Copèpodes	Oligoquets	Bivalves	Cnidaris
Efímeres	Ostracodes	Sangoneres		Planàries
Plecòpters	Anostracis			Trematodes
Heteròpters	Notostracis			Nematodes
Neuròpters	Concostracis			Nematomorfs
Escarabats	Braquiürs			Briozous
Himenòpters	Amfípodes			Hidràcars
Frigànies	Isòpodes			
Papallones	Decàpodes			
Dípters				

Insectes

El nom *insectes* (Insecta) té arrel llatina en el mot *insectum*, que literalment vol dir dividit o segmentat, és a dir, que els insectes tenen el cos format per diferents segments que són, normalment, el cap, tres segments toràcics i un nombre variable de segments abdominals. Per pura coincidència, aquesta arrel també s'assembla molt al verb llatí *insector*, que es tradueix com 'perseguir acarnissadament, no deixar viure', atribut que caracteritza un gran nombre de representants d'aquest grup com els mosquits, les mosques i moltes espècies que suposen un flagell per als cultius i el bestiar.

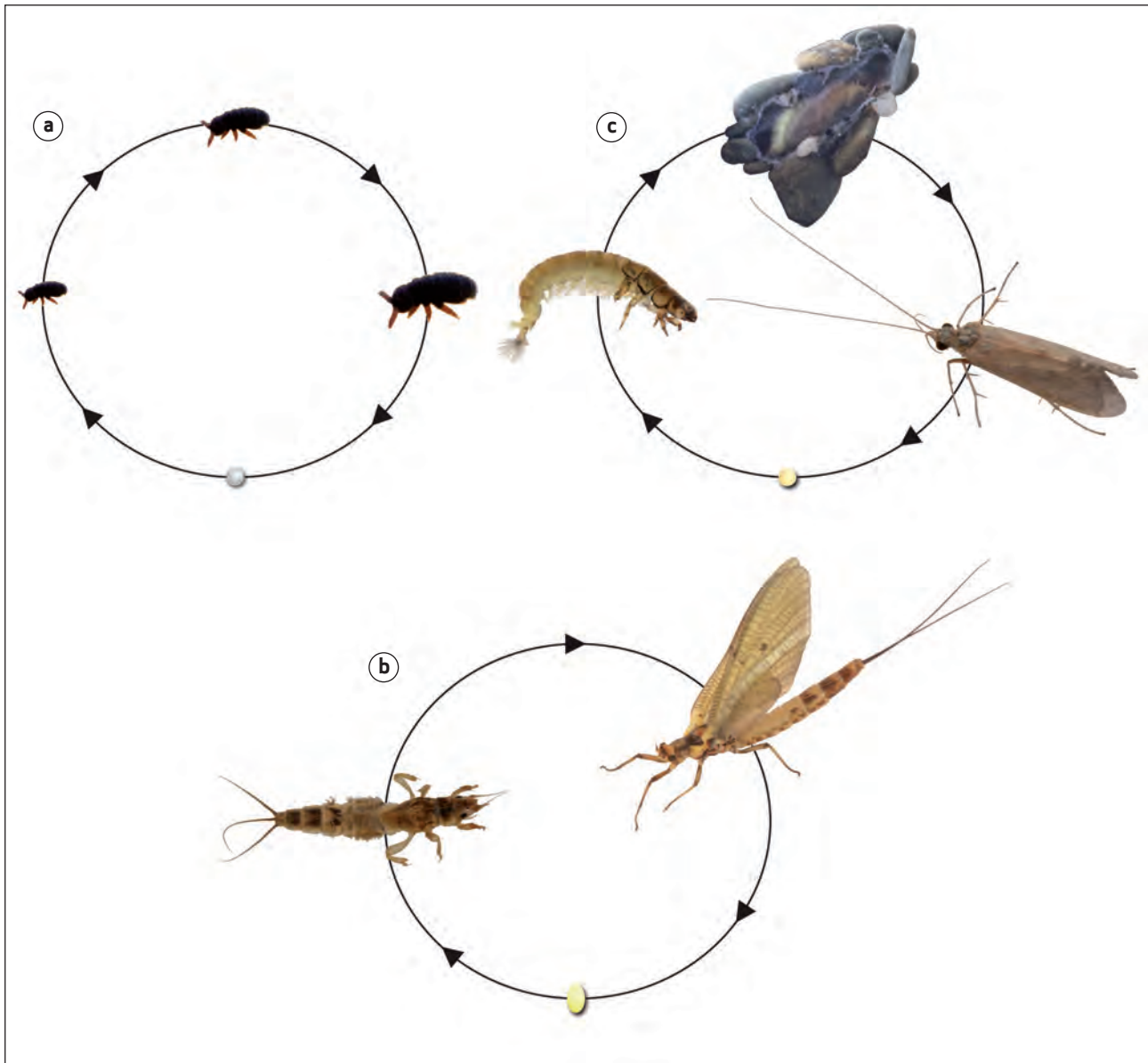
El mot *hexàpodes*¹ (Hexapoda) actua sovint com a sinònim d'insectes i fa referència a la pauta general d'estar proveïts de tres parells de potes que, com a la resta de grups del fílum dels artròpodes (Arthropoda), són articulades. La fase larvària de moltes espècies aquàtiques presenta igualment sis potes, però també existeixen moltes espècies àpodes (sense potes), sobretot als ordres dels dípters (mosques i mosquits), els himenòpters (vespes, abelles i formigues) i, no tan freqüentment, al dels escarabats. Cal igualment evitar confondre les potes articulades veritables amb els pseudopodis típics de les larves de papallona i de molts dípters.

El cos dels insectes s'articula en tres regions: cap, tòrax i abdomen, tot i que aquesta distinció pot ser una mica difusa en el cas d'algunes larves, especialment entre els dípters. El cap generalment es troba protegit per una càpsula cefàlica ben esclerificada —endurida—, tret de la majoria de les larves de dípter braquícères, i porta els òrgans de la visió (ulls compostos i ocells),

les antenes i els apèndixs bucals (mandíbules, palps, etc.). El tòrax consta de tres segments (protòrax, mesotòrax i metatòrax) que generalment porten un parell de potes articulades cadascun. En les fases adultes alades, com és el cas de la majoria d'espècies amb larva aquàtica, el mesotòrax i el metatòrax porten també un parell d'ales cadascun. En el cas dels dípters, el segon parell d'ales ha estat modificat en halteris o balancins, que tenen la funció d'estabilitzar el vol. L'abdomen comprèn un nombre variable de segments desproveïts de potes articulades, però en algunes espècies hi pot haver pseudopodis, traqueobrànquies o altres estructures.

Els insectes, així com la resta dels artròpodes, presenten un exosquelet o cutícula format per quitina, diverses proteïnes, mucopolisacàrids i ceres que els protegeixen el cos i les extremitats de les agressions externes i de la dessecació. A més a més, l'exosquelet també ofereix una consistència òptima per al desenvolupament d'un o dos parells d'ales que utilitzen un gran nombre d'espècies per volar o planejar, en les quals la capacitat de dispersió es troba considerablement ampliada. Aquestes dues característiques els han permès colonitzar una gran diversitat d'hàbitats, principalment en el medi aeri, en gairebé totes les regions bioclimàtiques del planeta, incloent-hi ambients tan hostils com l'Antàrtida i el desert del Sàhara, i han contribuït de manera significativa en el gran èxit evolutiu d'aquest grup. Tot i això, l'existència d'una cutícula externa més o menys endurida i consistent presenta un gran desavantatge per als artròpodes. Els obliga a realitzar un creixement discontinu en el qual s'han de desfer de la cutícula vella per poder créixer. Durant el procés de la muda, o ècdisi, l'insecte estripa la cutícula exterior i ressorgeix amb una altra de nova. Com que surt de dins de la cutícula externa, l'individu resultant és més petit, de manera que per poder créixer ha d'inflar el cos

1. Actualment, es considera que insectes (Insecta) i hexàpodes (Hexapoda) són sinònims i tenen el rang de classe, però algunes escoles consideren que els insectes corresponen a una classe dins del subfílum dels hexàpodes juntament amb els entognats —col·lèmbols, diplurs i proturs.



Els insectes es poden classificar segons si el seu cicle biològic és ametàbol (a) com en el cas del col·lèmbol *Podura aquatica*, heterometàbol (b) com en el cas de l'efímera *Ephemera*, o holometàbol (c) com en el cas de la frigània *Hidropsyche*. [Disseny i fotografies: Jesús Ortiz]

CLASSIFICACIÓ DELS INSECTES I CICLE BIOLÒGIC

En funció del seu desenvolupament postembriari, després de l'eclosió de l'ou, els insectes es poden classificar en tres tipus de cicles biològics segons si tenen desenvolupament directe o si fan metamorfosi senzilla o completa. Els insectes ametàbols tenen formes juvenils molt semblants a l'adult des que neixen i no experimenten cap tipus de metamorfosi. Aquest és el tipus de desenvolupament típic dels insectes més primitius com els col·lèmbols.

Els insectes heterometàbols experimenten una metamorfosi senzilla, és a dir, la fase de nimfa, o larva segons els autors, adquireix els caràcters de l'adult, o imago, de manera progressiva fins que es produeix la

darrera muda, o penúltima en el cas de les efímeres, amb fase de subadult o subimago. Aquest grup es pot dividir en paurometàbols, si les nimfes i els adults es desenvolupen en el mateix hàbitat, com és el cas dels heteròpters aquàtics, i hemimetàbols, si tenen hàbitats diferents, com les efímeres, els plecòpters i les libèl·lules.

Els holometàbols experimenten una metamorfosi completa, que significa que la forma larvària és molt diferent de l'adult. En aquest darrer cas, la metamorfosi es produeix en una fase intermèdia anomenada *pupa*, o també *nimfa* segons alguns autors, on la majoria dels teixits de la forma larval són digerits per construir l'adult. En són un exemple les papallones, els escarabats, les frigànies i els dípters.

amb aire o aigua abans que la nova cutícula s'endureixi totalment. Aquest és un procés molt delicat perquè l'individu perd la capacitat de moviment i la protecció que li ofereix l'exosquelet durant un període que pot oscil·lar entre pocs minuts i algunes hores en funció de cada espècie i estadi vital.

Com ja s'ha comentat amb anterioritat, el grup dels insectes ha estat el més estudiat, amb diferència, entre tots els invertebrats, no solament en els ecosistemes aquàtics continentals sinó també a escala global. Bona part del seu interès rau en la gran diversitat taxonòmica i morfològica, la importància numèrica que han aconseguit gràcies al seu èxit evolutiu i el gran nombre d'interaccions amb l'espècie humana. Fins al moment, han estat descrites prop d'un milió d'espècies a tot el món, la majoria aèries. Dels trenta-tres ordres d'insectes presents a Catalunya, onze tenen representants aquàtics. Entre aquests, totes les espècies d'efímeres, plecòpters,



Efemeròpter adult. Riu Gréixer a Bagà (el Berguedà). [Foto: Laia Jiménez-CERM]

odonats i megalòpters tenen una fase larvària estrictament aquàtica i hi ha una sola excepció en el cas dels tricòpters. En els altres ordres, la majoria d'espècies són aèries però la riquesa d'espècies amb alguna fase vital aquàtica pot ser igualment molt elevada. Entre els macroinvertebrats considerats aquàtics, tan sols els heteròpters i alguns coleòpters tenen una fase adulta aquàtica o semiaquàtica, tot i que en tots els casos es tracta d'espècies que necessiten oxigen atmosfèric per respirar i, si convé, poden desenvolupar-se sense gaires dificultats fora del medi aquàtic fins que els ho permetin les reserves energètiques.

Efímeres

Les efímeres o efemeròpters (Ephemeroptera) són insectes hemimetàbols amb una fase nimfal aquàtica i una adulta aèria amb un estadi intermedi de subadult també aeri. Aquest estadi de subadult és molt semblant a l'adult, però l'insecte és sexualment immadur i es pot diferenciar fàcilment perquè, entre altres coses, té les ales de color cendrós, mentre que l'adult les té ben transparents. Els adults presenten un aparell mastegador atrofiat, de manera que durant aquesta fase no es poden alimentar i les seves dues úniques funcions són la dispersió i, sobretot, la reproducció.

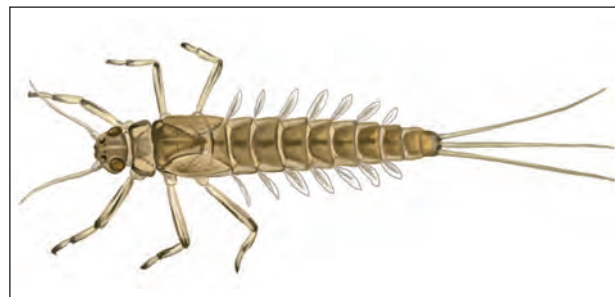
El nom d'efemeròpters prové dels mots grecs *ephemeros*, que significa de curta durada, i *pteron*, ales. És a dir, insecte volador amb una vida molt curta. Aquesta descripció fa referència als adults, és clar. Tot i que la fase adulta de la majoria d'espècies viu unes poques hores o no gaire més d'un dia, la fase larvària sol durar entre tres i sis mesos i, en algunes espècies, pot arribar als dos anys.

Fins al moment, al nostre país es té constància de deu famílies d'efímeres: bètids, cènids, efemerèl·lids,

efemerèl·lids, heptagènids, leptoflèbids, oligonèurids, polimitàrcids, potamàntids i sifonúrids. Existeixen dues famílies més, els prosopistomàtids i els amelètids, que no han estat capturades fins ara en territori català, però que podrien ser trobades en un futur per proximitat a altres territoris on sí que han estat citades. Les famílies d'efímera més freqüents als ecosistemes aquàtics del nostre país són, en primer lloc, els bètids, seguits pels cènids, els efemerèl·lids i els leptoflèbids i, restringits a aigües corrents molt netes i ben oxigenades, també els heptagènids i els efemerèl·lids. Altres famílies poden ser molt abundants localment, però més rars en la resta del territori, com és el cas dels polimitàrcids al Delta de l'Ebre, dels quals ja s'ha parlat anteriorment prenent les emergències massives de l'espècie *Ephoron virgo* a tall d'exemple.

Bètids

Els bètids (Baetidae) es caracteritzen per tenir un cos amb secció més aviat cilíndrica, ulls en posició laterodorsal, antenes llargues i cercs amb una franja de sedes només als marges interns. La seva longitud màxima pot arribar als dotze mil·límetres. Els bètids són els efemeròpters més comuns en els ecosistemes aquàtics



Nimfa d'un bètid de l'espècie *Baetis rhodani*. [Dibuix: Toni Llobet]

continentals del nostre país, tant en ecosistemes fluvials com lacustres i fins i tot en basses i rierols molt temporals gràcies a la seva gran capacitat de dispersió i al desenvolupament relativament ràpid de la fase larvària. Generalment es troben sobre el substrat, ja es tracti de còdols, sorra o llims, o bé entre la vegetació submergida. En aigües ràpides, les espècies del gènere *Baetis* són les més freqüents, mentre que en aigües quietes hi abunda el gènere *Cloeon*. La majoria de bètids s'alimenten de detritus i d'algues microscòpiques adherides als còdols o a la vegetació. Constitueixen també la base de la dieta de molts depredadors com les libèl·lules i els peixos, malgrat els seus mecanismes d'evasió. Davant la sospita d'haver detectat un possible depredador, es deixen emportar pel flux d'aigua si es troben en aigües corrents o bé es posen a nedar ràpidament si es troben en aigües encalmades.

En general, es considera que es tracta d'una família tolerant a nivells de contaminació relativament elevats perquè, malgrat que moltes espècies hi són molt sensibles, n'hi ha algunes com *Baetis rhodani* que poden ser força resistents.

Cènids

Els cènids (Caenidae) tenen el cos més aplanat que els bètids i també acostumen a ser més petits. Es diferencien clarament dels altres efemeròpters perquè dels sis parells de brànquies laterodorsals que tenen, el primer parell és vestigial mentre que el segon es troba molt desenvolupat i forma dues grans plaques quadrangulars que recobreixen els quatre parells de brànquies posteriors, més petites, foliàcies, amb digitacions i arrodonides. Els cènids són també comuns en molts ecosistemes aquàtics continentals, però, a diferència dels bètids, tenen preferència per hàbitats més arrecerats, sota els còdols o entre la fullaraca on s'alimenten principalment



Nimfa d'un cènid de l'espècie *Caenis luctuosa*. [Dibuix: Toni Llobet]

de detritus. Totes les espècies tenen coloracions críptiques que, juntament amb els seus moviments lents, els permeten passar desapercebudes davant la majoria dels seus depredadors potencials. L'espècie més comuna i de distribució més àmplia al nostre territori és, sense dubte, *Caenis luctuosa*.

La majoria de les espècies de cènids tenen afinitat per les zones amb acumulació de matèria orgànica i són força resistents al dèficit d'oxigen dissolt, fet que els atribueix un valor més aviat baix com a indicadors de la qualitat de l'aigua.

Efemerèl·lids

A primer cop d'ull, les nimfes dels efemerèl·lids (Ephemeroptera) es poden confondre fàcilment amb els bètids. La forma i la mida del cos i les brànquies poden ser molt similars entre espècies pertanyents a aquestes dues famílies, però els efemerèl·lids no solament presenten sedes als marges interns dels cercs sinó també als externs. L'espècie més freqüent i abundant és *Serratella ignita* i es pot trobar a gairebé qualsevol tipus d'ecosistema aquàtic continental i sobre qualse-



Nimfa d'un efemerèl·lid de l'espècie *Serratella ignita*. [Dibuix: Toni Llobet]

vol tipus de substrat. Com els bètids, s'alimenten tant de detritus com d'algues microscòpiques, però també poden depredar petits invertebrats de manera puntual. Molts integrants d'aquesta família presenten una estratègia de defensa més aviat poc freqüent entre un grup d'insectes tan pacífic com el dels efemeròpters. Quan perceben la proximitat d'un possible depredador, s'hi encaren i aixequen l'abdomen cap endavant —com fan els escorpins— per intimidar-lo.



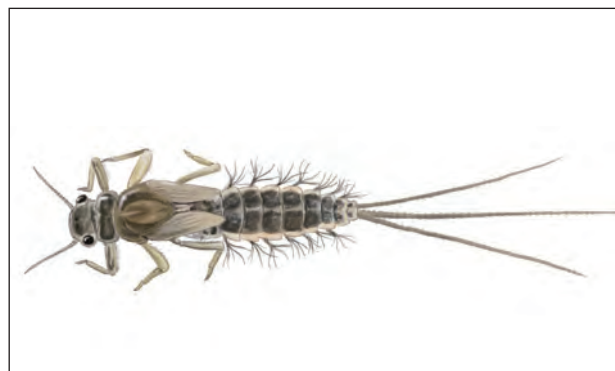
Nimfa d'un efemerèl·lid de l'espècie *Serratella ignita* en posició de defensa davant d'un possible depredador. [Foto: Jesús Ortiz]

Les espècies d'aquesta família són, en general, més sensibles a la contaminació que els dos grups anteriors, fet que els atorga una puntuació més elevada en el còmput dels índexs biològics basats en macroinvertebrats.

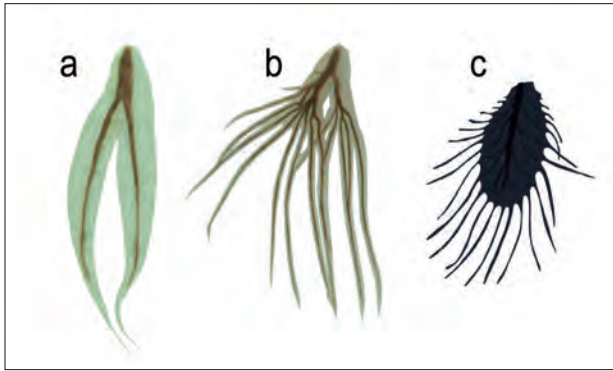
Leptoflèbids

Els leptoflèbids (Leptophlebiidae) també tenen una aparença del cos molt similar als bètids i presenten sedes en els dos marges dels cercs com els efemerèl·lids, però en aquest cas, les traqueobrànquies són molt diferents a les dels grups anteriors. L'assortiment de tipus de traqueobrànquies és el més elevat entre totes les famílies d'efemeròpters i poden ser lanceolades, amb prolongacions filiformes, bífides o ramificades.

Tenen preferència per velocitats de corrent moderades o baixes, es concentren sota els còdols o entre la fullaraca i s'alimenten de detritus com els cènids, però, en canvi, es consideren força sensibles a la contaminació. Els índexs més utilitzats al nostre país els assignen la puntuació màxima, tot i que alguna espècie pot resistir nivells de contaminació moderats.



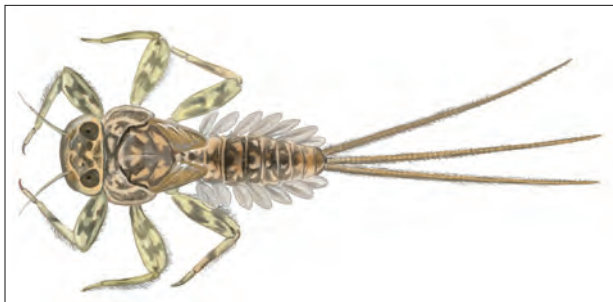
Nimfa d'un leptoflèbid de l'espècie *Habrophlebia fusca*. [Dibuix: Toni Llobet]



Exemples de brànquies de diferents gèneres de leptoflèbids: *Habroleptoides* (a), *Habrophlebia* (b) i *Thraulius* (c). [Dibuix: Jesús Ortiz]

Heptagènids

Els heptagènids (Heptageniidae) tenen el cos fortament aplanat dorsoventralment i amb els ulls en una posició clarament dorsal. La majoria d'espècies d'aquesta família tenen dos cercs laterals i un paracerc central, però les espècies del gènere *Epeorus* manquen de paracerc. Les traqueobrànquies, globulars simples o bilamelars, es troben ben desenvolupades en totes les espècies, tot i que en el gènere *Rhirogene* adopten una posició lateroventral. Els integrants d'aquesta família es troben



Nimfa d'un heptagènid de l'espècie *Ecdyonurus angelieri*. [Dibuix: Toni Llobet]

habitualment sobre els còdols més exposats al corrent, on s'alimenten gairebé estrictament de les algues microscòpiques adherides.

Totes les espècies d'aquest grup d'efímeres presenten adaptacions específiques per viure en aigües amb corrent elevat i temperatures baixes amb concentracions d'oxigen generoses, fet que en limita la distribució i les fa especialment sensibles a la contaminació orgànica.

Efemèrids

Els efemèrids (Ephemeraidae) tenen un cos allargassat que pot assolir unes dimensions força superiors a les de les altres famílies d'efímeres, fins a dos o tres centímetres. Tot i que es tracta d'una família molt menys freqüent que les anteriors, destaca per presentar tot un conjunt d'adaptacions morfològiques i comportamentals per poder desenvolupar-se soterrats a les zones marginals o protegides del corrent dels ecosistemes fluvials on s'acumulen sorres i llims. Les seves llargues mandíbules tenen forma d'ullal i, juntament amb les potes modificades en forma de pala, els serveixen per obrir-se pas entre els sediments. S'alimenten dels detritus que troben mentre excaven.



Nimfa d'un efemèrid de l'espècie *Ephemera vulgata*. [Dibuix: Toni Llobet]



Totes les espècies d'aquesta família són extremament sensibles a la contaminació i representen, per tant, un grup amb un elevat valor com a indicadors de la qualitat de l'aigua en ecosistemes fluvials.

Plecòpters

De manera similar a les efímeres, els plecòpters (Plecoptera) són també hemimetàbols i tenen una fase de nimfa que és estrictament aquàtica i una d'adulta alada que es desenvolupa en el medi aeri. A diferència de l'ordre dels efemeròpters, però, l'adult acostuma a tenir una vida més llarga, entre una i quatre setmanes o fins i tot una mica més. També disposen d'ales i poden fer desplaçaments importants, però són d'hàbits més aviat caminadors. L'estratègia més fiable per diferenciar-los de manera inequívoca de les efímeres és a través de les ungles de les potes, que són dues en els plecòpters i només una en les efímeres. Un altre tret distintiu és la manca de traqueobrànquies abdominals, tot i que hi ha famílies que poden presentar brànquies en altres parts del cos, com a la base de les potes o al coll.

El nom es pot traduir com a 'ales trenades', del grec *pleikein* i *pteron*, i fa altra vegada referència a la fase adulta. A diferència d'altres llengües, com el castellà o sobretot l'anglès, aquest ordre no té assignat un nom vulgar de per si. Tan sols en tenen la família dels pèrlids conjuntament amb la dels perlòdids i amb una variabilitat local força important que pot comportar certa confusió. Els noms més comuns en llengua catalana utilitzats pels pescadors que els utilitzen com a esquer són els de perles, mosques de pescar o d'agafar truites o dragues.²

2. Les larves de frigània amb estoig també reben el nom de dragues per part d'alguns pescadors de canya.

Tant a Catalunya com al conjunt d'Europa, són presents set famílies de plecòpters: càpnids, cloropèrlids, leúctrids, nemúrids, pèrlids, perlòdids i taeniopterígids. Tot i que tenen una distribució molt àmplia i en determinades condicions poden assolir densitats prou elevades, el fet que gairebé totes les espècies es trobin restringides als ecosistemes fluvials menys alterats fa que els plecòpters siguin encara menys coneguts que les efímeres. A més a més, les nimfes tendeixen a amagar-se sota els còdols o entre les graves del llit dels rius i, malgrat alguna excepció força notable, moltes espècies tenen unes dimensions força reduïdes.

Perles

La família dels pèrlids o perles és la més ben coneguda dels plecòpters. La seva fama es deu en bona part a les grans dimensions que poden atènyer les nimfes d'algunes espècies, de fins a gairebé quatre centímetres en el cas de *Perla marginata*. Els estadis nimfals una mica avançats es poden distingir clarament de les altres famílies de plecòpters per la presència de traqueobrànquies a les bases de les potes. Totes les espècies d'aquesta família



Forma adulta d'una perla. [Foto: Jesús Ortiz]

són depredadores actives de tot tipus d'invertebrats de mida inferior a la seva, encara que pertanyin a la mateixa espècie. Tenen també un comportament força nerviós i poden realitzar desplaçaments a contracorrent molt importants.



Peces bucal en visió ventral d'una nimfa d'una perla del gènere *Perla*.
[Foto: Jesús Ortiz]



Nimfa d'una perla de l'espècie *Perla marginata*. [Dibuix: Toni Llobet]

Els representants d'aquesta família són molt sensibles a la manca d'oxigen dissolt a l'aigua. Si se'ls priva d'aigua corrent en un recipient de dimensions reduïdes, com un pot o una safata, és molt fàcil que morin al cap de pocs minuts. Això els fa especialment sensibles a la contaminació i els atorga un valor destacat com a indicadors de la qualitat de l'aigua.

Perlòdids

Moltes espècies de la família dels perlòdids presenten un aspecte molt similar a les espècies de pèrlids, d'aquí que comparteixin el mateix nom vulgar. Són, en canvi, espècies una mica més petites que no sobrepassen els dos centímetres i mig, i mai no presenten brànquies a les bases de les coxes. Com els pèrlids, són també depredadors actius de petits invertebrats, tot i que menys agressius. En general, són una mica més resistent al dèficit d'oxigen que els pèrlids i poden viure perfectament en cursos fluvials amb poca o escassa turbulència, però són igualment molt sensibles a la contaminació i reben la puntuació màxima com a indicadors de la qualitat de l'aigua.



Nimfa d'un perlòdid de l'espècie *Isoperla grammatica*. [Dibuix: Toni Llobet]

Leúctrids

La família dels leúctrids és la més freqüent en els ecosistemes fluvials del nostre país i també es pot trobar en ecosistemes lacustres de muntanya mitjana i alta. A primera vista, tenen un aspecte molt similar a un perlòdid petit, però el seu cos és més estret i allargat i les potes del darrere són més curtes que l'abdomen. En realitat, però, són dues famílies de fàcil confusió per a les persones amb poca experiència i cal recórrer al microscopi estereoscòpic per poder contrastar les estructures bucals i establir un criteri taxonòmic prou fiable, sobretot si es tracta dels primers estadis ninfals.

Les espècies d'aquesta família s'amaguen sota els còdols, les fulles o en els espais intersticials de graves i sorres on s'alimenten de fullaraca i detritus. La gran majoria de les espècies d'aquesta família tenen requeriments molt estrictes quant a concentració d'oxigen i són molt sensibles a la contaminació. No obstant això, *Leuctra geniculata*, l'espècie més comuna i abundant en els trams mitjans i baixos dels rius del nostre país,

presenta una resistència moderada a la contaminació. Aquesta sensibilitat diferencial entre espècies amb una distribució desigual provoca un conflicte entre els valors que assignen l'índex d'estat ecològic desenvolupat per a la Península Ibèrica (IBMWP), amb el valor màxim, i l'específic per al territori català (BMWPC), amb un valor més moderat.

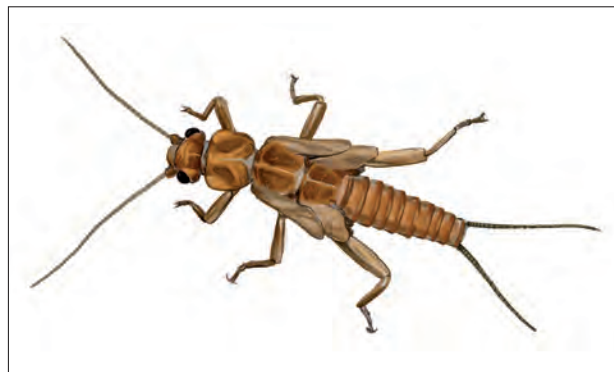
Nemúrids

Els nemúrids són també una família força habitual en els cursos fluvials de Catalunya. Tenen un aspecte més rabassut que els anteriors i les nimfes madures atenyen mides més reduïdes. Les potes són força llargues i, estirades enrere, sobrepassen l'abdomen netament. Dels quatre gèneres fins ara citats al nostre territori, *Nemoura* i *Nemurella* no presenten traqueobrànquies, *Protonemura* té traqueobrànquies a la part ventral del coll amb tres digitacions gruixudes i *Amphinemura* en té amb més de deu digitacions més primes.

Els integrants d'aquesta família s'alimenten principalment de fullaraca i dels microorganismes que s'hi



Nimfa d'un leúctrid de l'espècie *Leuctra geniculata*. [Dibuix: Toni Llobet]



Nimfa d'un nemúrid de l'espècie *Nemoura lacustris*. [Dibuix: Toni Llobet]

desenvolupen a sobre o bé de detritus. Tenen preferència per microhàbitats amb poc corrent on les fulles que cauen dels arbres de ribera queden retingudes o acumulades. En general, són resistents a nivells de contaminació moderats i algunes espècies són molt resistents a concentracions de sals força elevades.

Libèl·lules

L'aspecte general d'un adult de libèl·lula o odonat (Odonata) és ben conegut per tothom: un cap gros ocupat en bona part per un parell d'ulls compostos, un abdomen acolorit, allargat i estilitzat i dues ales membranoses que són transparents en moltes espècies. Les nimfes d'aquests insectes també hemimetàbols, totes aquàtiques, tenen coloracions més discretes que els adults i, en alguns casos, variables en funció del seu entorn. La coloració de les nimfes dels èsnids, per exemple, pot variar entre un verd intens o colors més terrossos en poques hores segons si es troben al mig d'un prat d'algues o bé entre les arrels submergides d'un arbre de ribera. La forma del cos pot ser molt allargada o més aviat esfèrica en funció de cada família i les potes acostumen a ser força llargues. La característica principal que diferencia els membres d'aquest ordre respecte de la resta d'insectes és la presència d'un labre transformat en un òrgan prensor o màscara, que utilitzen per caçar les preses.

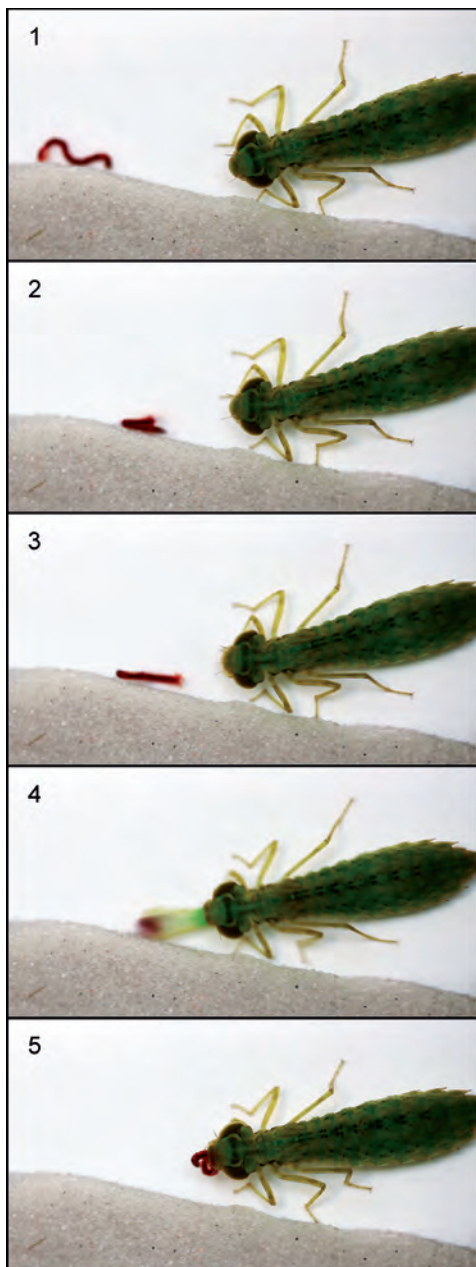
Totes les espècies de libèl·lula són depredadores estrictes, tant en la fase nimfal aquàtica com en l'adult aèria. La seva estratègia de caça més comuna consisteix a quedar-se ben quietes, soterrades al sediment o camuflades sobre qualsevol substrat, a l'espera que se'ls apropi prou alguna presa potencial. Si la presa no es mou gaire, però és una mica lluny, miren d'acostar-s'hi

sigil·losament fins que la tenen a tir. Aleshores, desapareix la màscara amb una velocitat i precisió excepcionals i l'atrapen amb els denticles per després apropar-la al sistema mastegador i poder devorar-la amb calma.

El ventall de preses potencials és molt variable: tot tipus d'invertebrats i també amfibis i peixos. L'única restricció per a moltes espècies sembla ser tan sols la mida, que en les espècies més atrevides pot superar amb escreix la del propi atacant. Ataquen qualsevol cosa que es mogui, i això fa que sigui relativament fàcil la cria en captivitat, ja que es poden alimentar amb qualsevol menjar d'origen animal, viu o mort, amb l'única condició que es bellugui, encara que sigui agafat amb unes pinces.

La majoria d'espècies presenten una clara preferència per les aigües encalmades, ja que les seves dimensions no els permeten contrarestar les velocitats de corrent gaire elevades. Tot i això, també podem trobar alguns exemplars en zones de corrent, però arrecerats sota els còdols o troncs caiguts. En general, totes les famílies d'odonats es consideren força sensibles a la contaminació i se'ls sol assignar valors relativament elevats als índexs biològics com a indicadors de la qualitat de l'aigua, però el cert és que hi ha moltes espècies que poden suportar episodis perllongats de contaminació i, fins i tot, sobreviure en condicions bastant extremes de dèficit d'oxigen.

L'ordre de les libèl·lules és un dels grups de macroinvertebrats aquàtics més coneguts per la població en general, amb major nombre d'espècies protegides per la legislació europea i amb major nombre de naturalistes aficionats, si més no, a les fases adultes aèries. D'aquí el variat, i confús, nomenclàtor popular que rep aquest grup. Libèl·lules és, potser, la denominació més estesa i acceptada, però també són comuns altres noms com espiadimonis, damisel·les, tallanassos, leonors,



Exhúbia i adult d'una libèl·lula del grup dels anisòpters i de la família dels libel·lúrids, *Libellula quadrimaculata*. [Foto: David Vilasis]



Forma adulta d'una libèl·lula del grup dels zigòpters i de la família dels cenàgrids, *Coenagrion puella*. [Dibuix: Toni Llobet]

Seqüència d'atac d'un èsnid a un quironòmid. 1: mentre la presa roman quieta o es mou a poc a poc, l'èsnid no la pot detectar; 2: l'èsnid detecta el quironòmid i s'hi encara; 3: prepara el labre adaptat i apunta cap a la presa; 4: projecta el labre per atrapar la presa a 1 cm de distància i en poques mil·lèsimes de segon; i 5: finalment la porta cap al sistema mastegador per devor-la. [Fotos: Jesús Ortiz]

senyoretetes, estiracabells, cavalls o cavallets d'aigua, de bruixa, del dimoni, del diable, de serp, de ferro, de sant Jaume o de sant Martí i helicòpters, entre d'altres. Molts d'aquests noms, i també els adoptats per altres llengües estrangeres, denoten el misteri que generen aquestes criatures a l'entorn del món de la bruixeria i el reialme de les tenebres, possiblement pel seu aspecte transgressor. Tot i que posseeixen unes mandíbules molt potents a escala d'insecte i sovint són protagonistes de lluites aferrissades per defensar el seu territori, són criatures espantadisses davant dels humans i sense capacitat de fer gaire mal més enllà d'una més aviat ridícula pessigada.

A més a més, la seva presència ens beneficia indirectament a través del control de les poblacions d'altres insectes molestos com els mosquits. El nom científic es pot traduir literalment com 'dent', del grec *odontos*, i fa referència a les potents mandíbules que tenen els adults, i també les nimfes, d'aquests magnífics insectes.

A Europa, es diferencien dos grans grups amb característiques morfològiques contrastades: els anisòpters ('ales diferents'), amb unes nimfes robustes, i els zigòpters ('ales similars'), amb nimfes delicades i lamel·les branquials a l'extrem posterior del cos. Alguns autors coincideixen a restringir el nom col·loquial de libèl·lules als anisòpters i el d'espiadimonis als zigòpters, però aquest criteri no és respectat per tota la població. A Catalunya hi ha catalogades un total de 69 espècies d'odonats —130 al conjunt d'Europa (<www.oxygastra.org>). En aquest país se'n coneixen nou famílies: èsnids, gòmfids, libel·lúlids, cordulegastèrids i cordúlids, del grup dels anisòpters i cenàgrids, lèstids, calopterígids i platicnemídids, del grup dels zigòpters.

Èsnids

La família dels èsnids (Aeshnidae) inclou les espècies d'odonats més grans del país. *Anax imperator* és una espècie de les més comunes i la seva nimfa pot sobrepassar fàcilment els cinc centímetres de longitud. Tenen el labre aplanat i les antenes són primes i curtes. Les nimfes caminen amb moviments lents i pausats sobre o entre qualsevol tipus de substrat en cerca d'aliment, però si se senten amenaçades poden propulsar-se en la columna d'aigua amb contraccions explosives dels músculs del recte que expulsen de manera sobtada l'aigua que normalment hi fan circular per respirar.



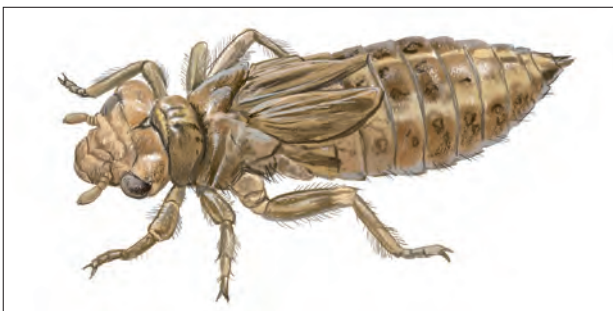
Detall frontal d'una nimfa d'un èsnid. [Foto: David Vilasis]



Nimfa d'un èsnid de l'espècie *Anax imperator*. [Dibuix: Toni Llobet]

Gòmfids

Les nimfes de gòmfid (Gomphidae) tenen un aspecte molt semblant als èsnids, però es poden diferenciar sense confusió per les seves antenes aplanades. Les espècies de gòmfid acostumen a ser més petites que les del grup anterior, rarament més de tres centímetres, i viuen generalment mig soterrades al sediment, on es camuflen per caçar quironòmids i altres petits invertebrats.



Nimfa d'un gòmfid de l'espècie *Onychogomphus uncatatus*. [Dibuix: Toni Llobet]

Libel·lúids

Els libel·lúids (Libellulidae) representen la família de libèl·lules dominant quant a abundància i nombre d'espècies del nostre territori i són, en conseqüència, l'origen del nom que es dona a tot l'ordre. A diferència de les dues famílies anteriors, el labre d'aquesta família és còncav i els cobreix part del rostre de manera que les dents queden en posició vertical, fet que augmenta substancialment la probabilitat d'atrapar les víctimes en



Nimfa d'un libel·lúid camuflat al sediment. [Foto: Jesús Ortiz]

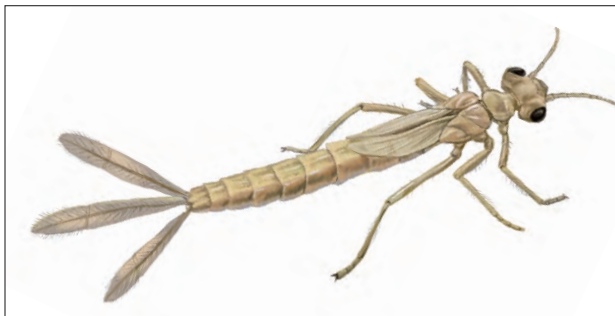


Nimfa d'un libel·lúid de l'espècie *Orthetrum brunneum*. [Dibuix: Toni Llobet]

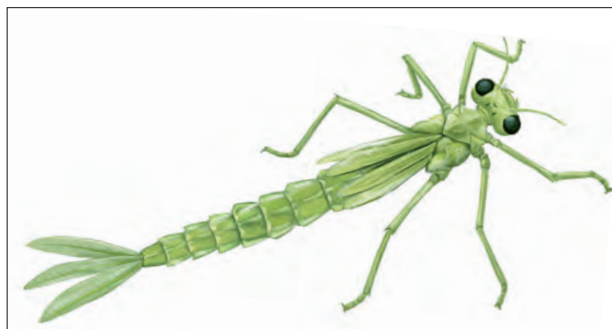
el primer intent. Tenen també una mida inferior que els èsnids i el cos recobert de sedes més o menys llargues, on queden atrapades nombroses partícules del sediment i detritus que els ajuden a camuflar-se davant de les preses potencials i també dels possibles depredadors —peixos, tortugues i altres nimfes de libèl·lula.

Cenàgrids

Els cenàgrids (Coenagrionidae) són els zigòpters més comuns als ecosistemes aquàtics continentals de Catalunya. Algunes espècies poden sobrepassar els tres centímetres de longitud corporal, però són espècies d'aparença delicada, allargades i primes i amb una cutícula poc endurida. També són depredadores actives, com els grups d'odonats anteriors, però el ventall de preses potencials es redueix als invertebrats més petits com a conseqüència de la seva delicadesa. La seva morfologia també en limita la distribució a les zones més encalmades dels ecosistemes aquàtics. En comparació amb les altres famílies d'odonats, aquesta família, juntament amb la dels platcnemídids, posseeix la puntuació més moderada com a indicadora de la qualitat de l'aigua, perquè moltes espècies presenten certa tolerància a la contaminació.



Nimfa d'un cenàgrid de l'espècie *Coenagrion puella*. [Dibuix: Toni Llobet]



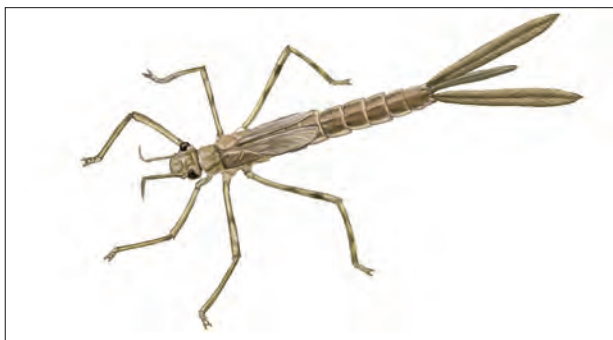
Nimfa d'un lèstid de l'espècie *Lestes viridis*. [Dibuix: Toni Llobet]

Lèstids

Moltes espècies de la família dels lèstids (Lestidae) tenen un aspecte similar a les de la família dels cenàgrids. Per poder diferenciar-les a simple vista, cal conèixer molt bé les diferents espècies o bé gaudir d'una vista molt bona que ens permeti apreciar la petita incisió en el labre, característica d'aquesta família. La cutícula dels adults generalment té reflexos metàl·lics de tonalitats verdoses que, en algunes espècies, pot virar cap a blau segons el tipus de llum. Els hàbits alimentaris i les preferències d'hàbitat són molt semblants als de la família anterior i poden ser igualment abundants en els ecosistemes d'aigües amb corrent baix o nul. Els índexs d'estat ecològic els assignen un valor de dos punts superior al dels cenàgrids, tot i que aquesta diferència pot resultar de difícil justificació per alguns experts.

Calopterígids

Els calopterígids (Calopterygidae) conformen una família de zigòpters representats al nostre país per un sol gènere (*Calopteryx*) i tres espècies (*C. virgo*, *C. splendens* i *C. haemorrhoidalis*). Es poden diferenciar a simple vista de



Nimfa d'un calopterígid de l'espècie *Calopteryx virgo*. [Dibuix: Toni Llobet]

la resta de famílies de zigòpters per les antenes llargues i amb el primer segment tant o més llarg de la meitat de la longitud total i per la marcada obertura que presenta el labre. Els adults destaquen per les coloracions fosques del cos i les ales, cos violaci metàl·lic i ales negres en els mascles i cos verd també metàl·lic i ales marró daurat en les femelles.

Heteròpters

Els integrants del grup dels heteròpters (Heteroptera) són, com les libèl·lules, molt coneguts per la població. No és d'estranyar, doncs, que sigui el grup de macroinvertebrats en el qual un major nombre de famílies han adquirit noms vulgars.

Aquest grup és considerat per algunes escoles un ordre³ d'insectes paurometàbols que es caracteritzen per tenir les estructures bucals extremament modificades en un aparell picador-xuclador en forma de bec, comú amb els seus parents, els homòpters, tots ells aeris. Aquesta

3. El rang taxonòmic d'aquest grup és encara avui en dia inconsistent entre les diferents escoles. Segons les fonts, se'n fa referència com a ordre o com a subordre dins de l'ordre dels hemípters.

Detall de l'aparell picador-xuclador d'un barquer del gènere *Notonecta*. [Foto: Jesús Ortiz]



adaptació de l'aparell bucal consisteix en un tub format a partir del labre a l'interior del qual les maxil·les i les mandíbules s'han transformat en estilets molt punxeguts que utilitzen per penetrar els teixits dels seus hostes o preses i, així, absorbir-ne els fluids interns. Malgrat que totes les espècies s'alimenten de vegetals o altres invertebrats, vius o morts, el fet de posseir aquest bec afilat fa que aquells que intenten manipular-los de manera inapropiada s'exposin al risc de patir punxades defensives que poden arribar a ser molt doloroses.

Els heteròpters es diferencien del grup dels homòpters per presentar unes ales posteriors membranoses i unes ales anteriors anomenades *hemièlitres* perquè tenen la part basal endurida i l'apical membranosa. D'aquí el nom d'origen grec que rep el grup, que es podria traduir com 'ales diferents'. Tot i això, existeixen moltes espècies amb formes que han perdut totalment les ales o bé les tenen molt reduïdes i no són funcionals, de manera que aquesta característica de les ales sovint es fa difícil d'apreciar.

A Catalunya, es coneixen un total de trenta-sis famílies que es poden agrupar en set infraordres, dos dels quals són integrats per espècies considerades aquàtiques o semiaquàtiques. Dins del grup dels nepomorfs hi trobem set famílies: els notonèctids, els coríxids, els plèids, els nèpids, els naucòrids, els afeloquèirids i els octèrids. A excepció dels octèrids, d'hàbits més aviat ripícoles, les altres famílies d'aquest grup són pròpiament aquàtiques perquè, encara que necessitin aire atmosfèric per respirar i puguin fer desplaçaments importants fora de l'aigua ja sigui caminant o volant, normalment es troben totalment submergides dins de la columna d'aigua. El grup dels gerromorfs inclou cinc famílies citades al nostre país: gèrrids, hidromètrids, vèlids, mesovèlids i hèbrids, que han de ser considerades semiaquàtiques perquè, tot i trobar-se estretament vinculades al medi aquàtic i desplaçar-se habitualment per sobre de la pel·lícula d'aigua tot aprofitant la tensió superficial, són organismes que no disposen de mecanismes per poder submergir-se ni desenvolupar-se dins el medi aquàtic i hi poden morir ofegats.

El fet que tots aquests grups d'heteròpters no siguin estrictament dependents del medi aquàtic i que disposin de mecanismes de dispersió força eficients, els permet sobreviure en aigües amb nivells significatius de contaminació i els atorga un valor més aviat baix com a indicadors de la qualitat de l'aigua amb l'única excepció dels afeloquèirids.

Barquers

Els barquers, nedadors d'esquena, vespes d'aigua o notonèctids (Notonectidae) són macroinvertebrats fàcils de veure en qualsevol tipus de massa d'aigua estancada. La presència d'unes ales molt potents els dona una gran capacitat de dispersió que els permet



Adult d'un barquer de l'espècie *Notonecta glauca*. [Dibuix: Toni Llobet]

colonitzar piscines, bidons, basses i qualsevol altra acumulació d'aigua d'origen natural o artificial, per petita i aïllada que sigui, en cerca de possibles preses, aquàtiques o aèries, que hagin caigut a l'aigua.

Els barquers adults fan entre dotze i setze mil·límetres i, dins de l'aigua, neden de panxa enlaire o bé reposen agafats a qualsevol element submergit, també en posició ventral o bé vertical amb el cap avall. Fora de l'aigua, es capgiren ràpidament i poden caminar amb no gaire bona traça o bé fer grans desplaçaments volant. El gènere més habitual és *Notonecta*, sovint protagonista de punxades força doloroses a banyistes i curiosos massa agosarats. El fet de dependre de l'aire atmosfèric, que emmagatzemen sota les ales, els permet fer submarinisme en qualsevol tipus d'aigua encara que tingui clor, elevades salinitats o nivells elevats de contaminants.

Barquers petits

Els barquers petits o coríxids (Corixidae) són, en general, força més petits que els notonèctids. També neden a la columna en aigües encalmades, però de panxa avall. Tenen igualment una capacitat de dispersió molt



Adult d'un barquer petit del gènere *Parasigara*. [Dibuix: Toni Llobet]

elevada, malgrat que algunes espècies han perdut la capacitat de volar. Algunes espècies són depredadores de petits invertebrats, però la majoria s'alimenten d'algues microscòpiques i restes vegetals gràcies al fet que l'aparell bucal també els permet absorbir partícules. En condicions d'aigües estancades, als marges de rius o en ecosistemes lacustres, algunes espècies com les del gènere *Micronecta* poden assolir densitats extremament elevades. A l'època reproductiva o quan es treuen de manera forçada de l'aigua, per exemple amb un salabre, els mascles emeten un estrèpit molt característic en fregar les potes davanteres contra la cara. A Catalunya encara no es té coneixement de cap espècie al·lòctona, però a la Península Ibèrica ha estat citada recentment l'espècie *Trichocorixa verticalis*, provinent de l'Amèrica del Nord i del Carib, d'aspecte i ecologia molt similar a altres espècies nadiues i amb un impacte ecològic encara desconegut.

Plèids

Els plèids (Pleidae) són també molt freqüents en les aigües estancades, però menys coneguts que els dos



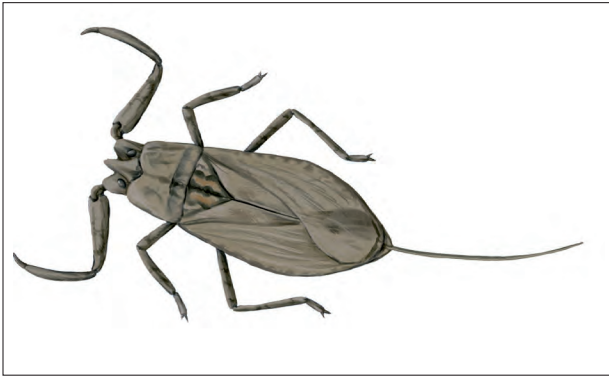
Adult d'un plèid de l'espècie *Plea minutissima*. [Dibuix: Toni Llobet]

grups anteriors com a conseqüència de les dimensions reduïdes, no més de tres mil·límetres, de l'única espècie present a tot Europa, *Plea minutissima*. Neden de panxa enlaire com els barquers, però tenen un cos amb una convexitat molt accentuada que els dona un aspecte de geperuts. S'alimenten de petits invertebrats i algues microscòpiques, com la majoria de coríxids.

Escorpins d'aigua

L'escorpi d'aigua (*Nepa cinerea*) pertany, juntament amb el teixidor (*Ranatra linearis*), a la família dels nèpids (Nepidae). Les espècies d'aquest grup es diferencien clarament dels altres heteròpters perquè presenten un síf respiratori molt llarg en posició terminal que els permet completar el cicle de vida sense haver de sortir de l'aigua, malgrat que necessiten aire atmosfèric per respirar. A més, també poden fer immersions durant períodes perllongats de temps.

Tot i l'aspecte intimidador, es tracta de dues espècies molt pacífiques i de moviments lents que rarament podrien fer cap mal a ningú. Són, però, caçadors actius d'aiguait que atrapen altres animals aquàtics, ja siguin vertebrats o



Adult d'un escorpi d'aigua de l'espècie *Nepa cinerea*. [Dibuix: Toni Llobet]

invertebrats, amb el primer parell de potes especialment modificades per a aquesta funció i, després, en poden xuclar els fluids corporals. Les dues espècies són força habituals entre la vegetació i a les vores de tot tipus d'ecosistemes lacustres, mentre que l'escorpi d'aigua és també freqüent a les vores de molts rius i rierols.

Sabaters

Els sabaters o gèrrids (Gerridae) són heteròpters semiaquàtics que, com els altres gerromorfs, viuen habitualment sobre la pel·lícula d'aigua perquè la força del pes del seu cos és inferior a la força de tensió superficial de les molècules d'aigua, i els pèls hidròfobs de les seves potes repel·leixen l'aigua. Tenen el cos afusat i unes potes molt llargues, que fan servir per lliscar literalment sobre l'aigua. Són molt comuns i coneguts a qualsevol indret on l'aigua no sigui turbulenta i solen formar grans estols a les zones més arrecerades. S'alimenten principalment d'altres invertebrats aeris que han caigut accidentalment a l'aigua.

Existeixen dites populars que atribueixen als sabaters la qualitat de ser bons indicadors d'aigües aptes



Adult d'un sabater de l'espècie *Gerris lacustris*. [Dibuix: Toni Llobet]

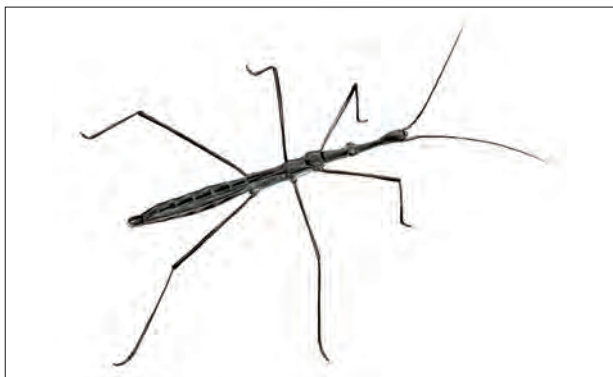
per al consum humà. Ben lluny de la realitat, el fet de no dependre directament del medi aquàtic els fa, com la resta d'heteròpters, no gaire bons indicadors de la qualitat de l'aigua. Tant poden viure en aigües molt netes com en aigües contaminades, a excepció de les que contenen detergents o altres productes tensioactius, que redueixen la tensió superficial de l'aigua i, per tant, s'enfonsen i moren ofegats.



Detall de l'extrem d'una pota d'un adult de sabater sobre la pel·lícula d'aigua. [Foto: Jesús Ortiz]

Corredors

Els corredors, també popularment anomenats agulles i, més científicament, hidromètrids (Hidrometridae), tenen un cos i unes potes molt allargats i prims. Són d'hàbits més aviat ripícoles i s'agrupen sota les pedres en ambients ombrívols i humits, però no és gens estrany veure'ls també caminant sobre l'aigua a les zones de corrent nul o molt feble. S'alimenten de petits invertebrats morts recentment o malferits, gràcies al seu aparell xuclador extremament llarg i delicat. A Catalunya es coneix una única espècie, que pot arribar a fer prop d'un centímetre de longitud.



Adult d'un corredor de l'espècie *Hydrometra stagnorum*. [Dibuix: Toni Llobet]

Grills d'aigua

Els grills d'aigua o vèlids (Veliidae) presenten certa similitud morfològica i comportamental amb els sabaters, fet pel qual sovint se'ls confon, sobretot en els estadis immadurs. Assoleixen, però, mides del cos inferiors i les seves potes són també més curtes. Taxonòmicament, el criteri més correcte per diferenciar



Adult d'un vèlid de l'espècie *Velia caprai*. [Dibuix: Toni Llobet]

aquestes dues famílies és la separació entre el primer i el segon parell de potes, molt més accentuada en el cas dels sabaters.

Els vèlids són caçadors molt eficients de tot tipus d'invertebrats que caiguin o s'apropin a la superfície de l'aigua. Són també bons patinadors i es poden trobar en ecosistemes aquàtics amb poc o gens de corrent, com les vores i basses dels rius o els estanys. De manera similar als altres gerromorfs, també presenten comportaments gregaris i no és estrany presenciar lluites entre individus d'un mateix grup per defensar el territori, una presa o una femella.

Escarabats aquàtics

Els escarabats o coleòpters (Coleoptera) constitueixen l'ordre d'insectes amb major nombre d'espècies del planeta i una diversitat morfològica extraordinària. La seva versatilitat es fa evident amb les més de 350.000 espècies conegudes, que representen el 40% de les espècies d'insectes descrites i el 25% del total d'espècies d'organismes vivents del planeta, incloent



Detall de les ales en extensió d'un adult d'escarabat ditíscid de l'espècie *Meladema coriacea*. [Foto: Jesús Ortiz]

hi els altres animals, les plantes i els fongs. Això sense tenir en compte que existeixen diversos estudis que estimen que encara queden per descobrir alguns milions d'espècies d'escarabat.

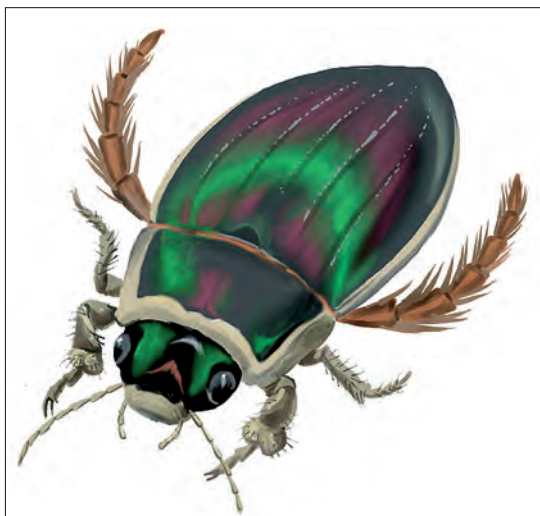
Els escarabats són insectes holometàbols, és a dir, presenten una fase de larva seguida d'una fase de pupa, que experimenta una metamorfosi completa per donar lloc a un adult amb un aspecte i hàbits molt diferents. El nom científic fa al·lusió a la presència d'èlitres en les formes adultes i significa 'beina d'ales', del grec *koleos* i *pteron*. Aquestes estructures es corresponen amb el primer parell d'ales, que s'han endurit notablement respecte dels altres grups d'insectes i, mentre es troben plegades sobre el cos, protegeixen el segon parell d'ales membranoses, que es mantenen funcionals en moltes espècies. Existeixen, però, algunes espècies aèries en què els èlitres s'han reduït en major o menor grau o bé s'han fusionat amb la resta del cos i ha desaparegut el parell d'ales posteriors, com és el cas de la família dels corcs (Curculionidae), amb alguns representants aquàtics.

A Catalunya, es coneixen més de cent famílies d'escarabats, tretze de les quals tenen representants aquàtics. Són les famílies dels curculiònids, els psefèids, els hidròquids, els higròbids, els driòpids, els ditíscids, els èlmids, els girínids, els halíplids, els escrídids, els helofòrids, els hidrènids i els hidrofílids. Els psefèids, amb una sola cita coneguda a la Tordera (Vallès Oriental), i els higròbids, amb un exemplar adult capturat al riu Gurri (Osona), són extremament rars.

En moltes d'aquestes famílies tant la larva com l'adult són aquàtics. En altres, la larva és aèria i l'adult aquàtic, com en el cas dels hidrènids, els hidròquids i els helofòrids o bé a l'inversa, la larva aquàtica i l'adult aeri, com els escrídids o els psefèids. La fase de pupa, en canvi, és aèria en pràcticament tots els casos. D'altra banda, només unes quantes espècies de la família dels curculiònids són pròpiament aquàtiques, però els hàbits ripícoles d'algunes espècies fan que apareguin amb relativa freqüència en els mostreigs de fauna aquàtica i sovint indueixen a resultats esbiaixats, perquè cal identificar els adults a nivell específic per poder esbrinar si es tracta d'una espècie aquàtica o d'una espècie aèria.

Escarabats de bassa

Al nostre país, els escarabats d'aigua o de bassa o ditíscids (Dytiscidae) són representats per un centenar d'espècies amb pautes de pigmentació i coloracions molt diverses i mides màximes dels adults que oscil·len entre un mil·límetre i cinc centímetres. Els adults tenen un cos hidrodinàmic i unes potes posteriors adaptades, que els fan bons nedadors. Tot i això, les dimensions relativament menudes no els permeten contrarestar els corrents forts, de manera que queden restringits a les masses d'aigua estancades o bé a les zones més arrecerades dels cursos



ESQUERRA: Larva d'un escarabat de bassa del gènere *Dytiscus*. [Dibuix: Toni Llobet]

DRETA: Adult d'un escarabat de bassa del gènere *Dytiscus*. [Dibuix: Toni Llobet]



Detall de les mandíbules perforades de les larves de moltes espècies d'escarabats de bassa amb les quals injecten enzims digestius a les preses i després en succionen el contingut. [Foto: Jesús Ortiz]



Detall de la bombolla subaquàtica característica dels escarabats de bassa adults. [Foto: Jesús Ortiz]

fluvials. Tot i que presenten un gran nombre d'adaptacions al medi aquàtic, tant la fase adulta com la gran majoria de les formes larvàries tenen la necessitat d'emergir la part posterior hidròfuga de l'abdomen per aconseguir oxigen atmosfèric. Això els permet certa independència de la qualitat de l'aigua i, per tant, tolerància a nivells de contaminació moderats o elevats.

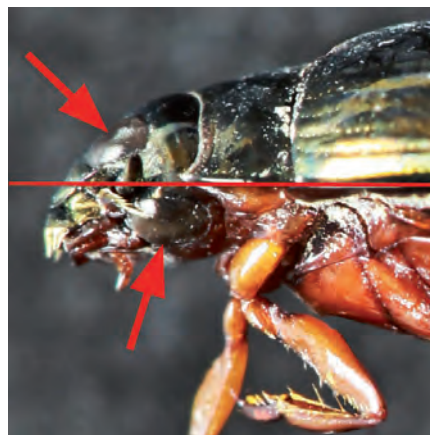
Els adults emmagatzemen l'aire capturat en superfície en una cambra que es forma entre l'abdomen i els èlitres. A certa fondària, la pressió de l'aigua els estreny una mica el cos i provoca que sobresurti una petita bombolla a la part posterior, molt característica d'aquest grup. Aquesta bombolla manté un cert intercanvi amb els gasos dissolts a l'aigua, allibera anhídrid carbònic i incorpora oxigen, i els permet perllongar substancialment la durada de les immersions. Fora de l'aigua, els adults poden caminar, però són més aviat una mica maldestres. El vol no és gaire més gràcil, però els permet l'evasió de condicions adverses, com una sequera o contaminació, i colonitzar nous indrets.

Les dues fases vitals, larves i adults, són estrictament depredadors actius i les mandíbules llargues i esmolades els permeten alimentar-se d'altres invertebrats i també de petits peixos i amfibis. Les larves de moltes espècies, com les del gènere *Dytiscus*, tenen les mandíbules perforades amb un canal per on secreten enzims digestius directament a l'interior de les preses per després xuclar-ne els teixits prèviament digerits.

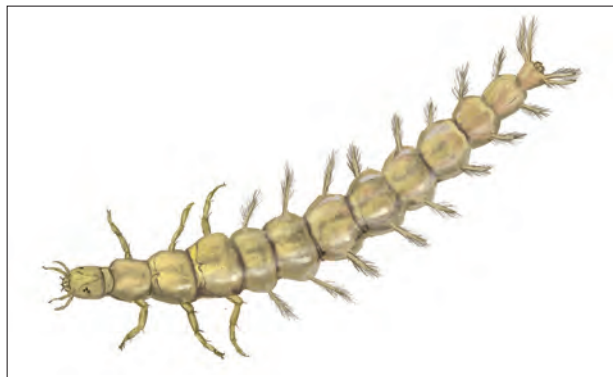
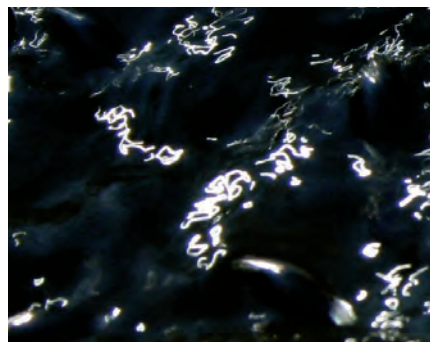
Escrivans

Elscrivans o girínids (Gyrinidae) són una família d'escarabats també exclusivament aquàtics, però amb una diversitat morfològica força més homogènia que el grup anterior. El cos dels adults és igualment ovalat i hidrodinàmic, però les potes mitjanes i posteriors tenen una

Vista lateral d'un adult d'un escrivà on es mostren dos dels quatre ulls en relació amb la pel·lícula d'aigua (línia vermella horitzontal).
[Foto: Jesús Ortiz]



Grup d'adults d'escrivans dibuixant reflexos sobre la pel·lícula d'aigua.
[Foto: Jesús Ortiz]

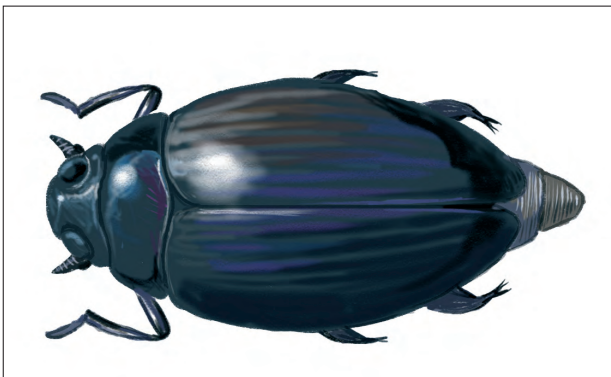


Larva d'un escrivà del gènere *Gyrinus*. [Dibuix: Toni Llobet]

forma de rem que els permet assolir velocitats realment excepcionals entre els invertebrats aquàtics. La cutícula es troba recoberta per una capa de ceres hidròfugues que els permet mantenir-se sobre la pel·lícula superficial de l'aigua sense cap esforç, amb la meitat del cos enfonsat dins de l'aigua i l'altra meitat a la superfície.

El caràcter exclusiu de tenir dos parells d'ulls, un parell a la superfície i l'altre submergit, els dona un clar avantatge enfront dels depredadors potencials i els facilita també la cerca de preses a la superfície de l'aigua. Els seus moviments són molt nerviosos i canvien de direcció contínuament a una velocitat que l'ull humà no pot seguir, de manera que fa la impressió que «escriuen» ideogrames japonesos amb els reflexos que provoquen a l'aigua.

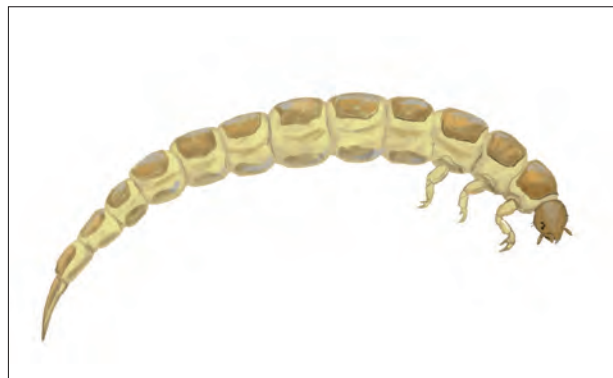
Quan se senten amenaçats, neden ràpidament cap al fons on es poden amagar durant estones força perllongades i, si hi ha dificultats, també poden desplegar les ales per fugir. Les larves, molt allargades i amb un parell de traqueobrànquies laterals a cada segment abdominal, tenen, com els ditíscids, unes mandíbules potents amb un canal intern per fer la digestió preoral de les preses.



Adult d'un escrivà de l'espècie *Gyrinus urinator*. [Dibuix: Toni Llobet]

Halíplids

Els halíplids (Haliplidae) adults són escarabats aquàtics de dimensions modestes —al voltant de dos o quatre mil·límetres— amb un cos ovalat similar al dels ditíscids. Se'n diferencien sense confusió per la presència de dues plaques que cobreixen una part de les potes posteriors. Les larves són allargades i amb el darrer segment abdominal acabat en punxa. Les larves del gènere *Peltodytes*,



Larva d'un halíplid del gènere *Halipilus*. [Dibuix: Toni Llobet]



Adult d'un halíplid del gènere *Halipilus*. [Dibuix: Toni Llobet]



Placa ventral característica dels halòfílids adults. [Foto: Jesús Ortiz]

a més, tenen filaments branquials molt llargs que surten del dors de tots els segments toràcics i abdominals.

Les larves són caminadores i els adults, nedadors lents, malgrat les sedes natatòries que els cobreixen les llargues potes. Tant la marxa com el vol són igualment més aviat mediocres. Larves i adults s'alimenten principalment d'algues i detritus acumulats en zones encalmades.

Hidrofílids

Els hidrofílids (Hydrophilidae) són considerats els escarabats d'aigua per excel·lència, tot i incloure també espècies estrictament aèries. Entre els seus integrants existeixen espècies que fan al voltant d'un mil·límetre i d'altres, gairebé cinc centímetres, com l'escarabat aquàtic platejat (*Hydrous piceus*), l'escarabat més gran d'Europa

en segon lloc després del seu parent aeri, l'escanyapolls (*Lucanus cervus*). Els adults tenen el cos ovalat o arrodonit i sempre de colors negres o molt foscos.

Els seus desplaçaments lents i de poca traça, caminant o nedant, fan que siguin espècies amb una dieta més aviat vegetariana o detritívora, però no fan gaires fàstics per una bona ració de proteïna animal si se'ls posa fàcil. Les larves, de cos tendre i apetitós per a multitud d'insectívors, s'amaguen entre la vegetació de les vores de rius, estanys i basses. El crit estrident que emeten les larves de les espècies més grans, quan se senten agredides, resulta força singular dins el món



Larva d'un hidrofílid de l'espècie *Hydrophilus pistaceus*. [Dibuix: Toni Llobet]



Adult d'un hidrofílid de l'espècie *Hydrophilus pistaceus*. [Dibuix: Toni Llobet]

dels macroinvertebrats aquàtics, pràcticament mut per a l'oïda humana. Són preferentment carnívors de petits invertebrats o també d'algun vertebrat, en el cas de les espècies més grosses. Tampoc són estranys els casos de canibalisme.

Tant les larves com els adults han de captar aire atmosfèric respectivament per mitjà d'un atri estigmàtic respiratori en la regió posterior o bé formant una bombolla que regeneren a través de les antenes a la zona ventral, proveïda de pèls hidròfobs. Aquesta bombolla els dona un aspecte platejat dins de l'aigua, que és origen del nom col·loquial.

Driòpids

Els driòpids (Dryopidae) adults es caracteritzen per tenir un cos de coloracions fosques, allargat, subcilíndric i recobert de pèls hidròfobs. Fan entre tres i sis mil·límetres de longitud i tenen unes antenes curtes exclusives amb una modificació en forma de pinta. Les espècies aquàtiques utilitzen la seva pubescència corporal per formar una bombolla d'aire al voltant del cos amb la qual es produeix un intercanvi de gasos amb l'aigua que els aporta prou oxigen per mantenir l'activitat metabòlica. Així, doncs, després de la metamorfosi, que s'esdevé en el medi aeri, l'adult no té cap necessitat de sortir de l'aigua durant la resta de la vida. Tot i això, disposa d'un segon parell d'ales totalment funcionals que li resulten molt útils durant els episodis de sequera o altres pertorbacions.

Els adults s'alimenten de matèria vegetal al·lòctona com fulles i branques d'arbres, o bé d'algues microscòpiques que creixen als còdols. Les larves, allargades i de color groguenc o marró, sovint passen desapercebudes dins les esquerdes de la fusta morta de la qual s'alimenten. Cap de les dues fases té aptituds per nedar, però



Larva d'un driòpid del gènere *Dryops*. [Dibuix: Toni Llobet]



Adult d'un driòpid de l'espècie *Dryops algericus*. [Dibuix: Toni Llobet]

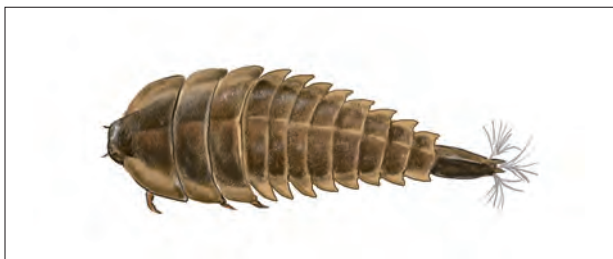


El plastró dels driòpids adults els cobreix tot el cos, excepte les potes i les estructures mastegadores, d'una bombolla d'aire que els permet respirar oxigen atmosfèric sota l'aigua. [Foto: Jesús Ortiz]

es poden agafar aferrissadament al substrat i resistir velocitats de corrent força elevades. Moltes espècies es troben només en aigües molt netes, però la resistència d'algunes espècies a determinats nivells de pol·lució els atorga un valor moderat com a indicadors de la qualitat de l'aigua.

Èlmids

Els èlmids (Elmidae) tenen una forma del cos molt semblant a la dels driòpids, però se'n poden diferenciar de manera clara per les antenes llargues i filiformes.



Larva d'un èlmid del gènere *Elmis*. [Dibuix: Toni Llobet]



Adult d'un èlmid del gènere *Elmis*. [Dibuix: Toni Llobet]

La majoria de les espècies són de mida molt petita, rarament superior als dos mil·límetres, però les del gènere *Potamophilus* poden sobrepassar fàcilment els vuit mil·límetres i ser confoses amb la família anterior. Els èlmids també tenen pilositats hidròfugues, que utilitzen per crear una bombolla d'immersió com els driòpids, però només els recobreix la part ventral del cos. Les larves són també molt semblants a les dels driòpids, però l'extrem posterior és més punxegut i, en algunes espècies, el tòrax i la part anterior de l'abdomen s'eixampla en forma de raqueta. S'alimenten d'algues microscòpiques, molses i plantes aquàtiques. En general, presenten una clara afinitat per les zones més reòfiles i ben oxigenades.

Frigànies

Les frigànies o tricòpters (Trichoptera) són insectes holometàbols amb les fases larvària i nimfal aquàtiques i l'adulta estrictament aèria. A Catalunya, el limnefílid *Enoicyla pusilla* representa l'única excepció d'aquesta pauta general, ja que la seva forma larvària ha experimentat una adaptació secundària al medi aeri. Les larves de les frigànies també reben el nom de cuques de capsa, cuques de riera, dragues o terrandossos, sobretot per part dels pescadors, que les fan servir d'esquer.

L'aspecte de les larves és similar al de les de molts escarabats: amb un cap ben esclerificat i un cos tou amb sis potes, però es poden diferenciar inequívocament per la presència d'un parell de ganxos més o menys desenvolupats a la regió anal. La majoria d'espècies de frigània tenen la capacitat de sintetitzar seda durant tota la fase larvària. La família dels riacofílids n'és l'única excepció, tot i que també segrega seda al final de la fase larvària per construir un estoig de pedres

adherit al substrat amb l'objectiu de protegir la pupa durant la metamorfosi. Alguns grups construeixen xarxes molt elaborades, semblants a les teranyines de les aranyes, per capturar les partícules orgàniques i petits invertebrats arrossegats pel corrent. D'altres fan servir les secrecions de seda per construir estoigs més o menys complexos amb formes i materials molt variats i exclusius de cada grup per protegir el seu cos carnós de possibles depredadors. Gairebé totes les famílies construeixen un estoig tubular rectilini o lleugerament corbat, però també n'hi ha que fan un estoig anciliforme, com els uenoids, o, fora de Catalunya, helicoïdal, com els helicopsíquids. L'estoig pot tenir una secció circular, semicircular, lenticular o quadrangular i pot estar format només per la pròpia seda, encara que el més comú és que utilitzin elements minerals o orgànics del voltant com pedretes, branquetes, trossos d'arrels, fulles, llavors o, fins i tot, conques de cargols, de vegades encara amb l'individu viu a dins, o peces endurides de l'exosquelet

d'altres insectes. També poden utilitzar residus sòlids d'origen antròpic i, tal com ja s'ha esmentat prèviament, algunes espècies es poden criar en captivitat per fer-los construir peces de joieria amb pedres i metalls preciosos o semipreciosos.

Els adults tenen una aparença extraordinària amb algunes espècies de papallones. De colors poc vistosos, les ales són membranoses i queden plegades sobre el cos quan es troben en repòs, com les papallones nocturnes. Es diferencien d'aquest grup perquè tenen les ales recobertes de pèls, com bé indica el nom científic (del grec *trichos*, 'pèl' i *pteron*, 'ala'). A més, les frigànies adultes presenten totes les peces bucals, a excepció de les mandíbules, ben desenvolupades i mai modificades en la típica espiritrompa de les papallones. Els adults no s'alimenten i sobreviuen gràcies a les reserves acumulades durant la fase larvària. En general, els adults defugen la claror diürna i tenen uns costums més aviat crepusculars o nocturns.



Estoig de pedres d'una pupa de frigània de la família dels riacofílids.
[Foto: Jesús Ortiz]



Larves de frigània de la família dels helicopsíquids (gènere *Helicopsyche*), amb un estoig de pedretes helicoïdal. [Foto: Jesús Ortiz]

FRIGÀNIES, TRICÒPTERS, CUQUES DE CAPSA, CUQUES DE RIERA, DRAGUES, TERRANDOSSOS

Marc Ordeix

Els cucs de seda són coneguts per tothom: petites erugues que transformen el fullam verd de les moreres en el fil més fi. Reposen un temps, embolcallades amb la seda, i finalitzen la metamorfosi en renéixer com a papallones amb aires orientals.

Les cuques de caps —també denominades cuques de riera i dragues— són d'un altre món. De tan humils, poden resultar pràcticament invisibles. No són pas transparents, però es confonen fàcilment amb la sorra, la grava i els tronquets de la llera dels rius. Observades a simple vista o, encara millor, amb l'ajut d'una lupa o un comptafil, moltes mostren un escut protector, la capsa o estoig, amb una estructura d'estètica, podríem dir-ne, modernista. Les «cuques» —sota aquesta denominació tan genèrica hi cap de tot, però aquí ens referirem a la fase de larva aquàtica d'aquests insectes—, de ben jovenetes, arpleguen trossets de fulla, d'escorça o branquetes o granets de sorra. Els relliguen amb seda. La seda aferra les restes

vegetals o els granets de pirita, pissarra, gneis, excepcionalment or... El resultat: un trencadís. Conformen peces excepcionals de pocs mil·límetres i de fins a dos o tres centímetres. Són més o menys regulars, de forma tubular o cònica, segons la geologia del terreny i la varietat de grups d'aquest ordre d'insectes, els tricòpters —tal com són denominades les cuques de caps pels biòlegs i naturalistes.

També canvien, i molt, amb el pas dels dies i mesos: la seva història natural és prou sorprenent. Passen la major part de la vida en cursos d'aigua més aviat neta, cristal·lina; per això abunden a les rieres d'aigües més netes. L'interior de cada caps allotja una larva, un cuquet bonyegut —recordeu el ninot de la Michelin?—, no gaire pelut, amb tres parells de potes ben desenvolupades. Van creixent alimentant-se de tot allò que poden anar filtrant amb unes relativament petites xarxes de seda. Fins que arriba el bon temps.

Quan puja la temperatura de l'aigua, l'hoste de la caps canvia —com el cuc de seda— i passa de larva a pupa —una forma intermèdia entre larva i adult— i, en pocs dies, de pupa a papalloneta —imago— ja adulta,



Adult d'una frigània de la família dels hidropsíquids. [Foto: Jesús Ortiz]



de colors terrosos. La papallona es desentén de la capsa, camina pel fons, surt fora de l'aigua i s'eixuga les ales aturada en un tronc o una pedra. Observada de la vora i aturada, ja es veu un insecte especial: el seu cos és allargat, les ales plegades, el cap dirigit en avall i les antenes, llargues i rectes, que apunten endavant. S'envola —atenció!— riu amunt; procura compensar els cops de riu i la deriva pròpia de l'aigua corrent, aparellant-se i ponent els ous aigua amunt. Sol veure's al capvespre o a l'alba. Fa l'acte amorós entre la vegetació de ribera: un motiu més per no malmetre-la... Les femelles deixen els ous als rius i rieres introduint-hi l'abdomen o endinsant-s'hi del tot i caminant pel fons —aguanten fins a una hora dins l'aigua. Viuen poc temps com a adults: unes tres setmanes. Al cap de pocs mesos, les larves que neixin viuran un temps de forma lliure al fons del riu, però ben aviat començaran a bastir les capses de «trencadís» que tant les caracteritzen.

Abundants a les aigües naturals, havien estat un dels esquers preferits pels pescadors de truita —les cuques de capsa són el menjar principal d'aquest peix i també d'ocells com la merla d'aigua. Avui dia, juntament amb altres animalons aquàtics —tots macroinvertebrats—, són utilitzades àmpliament com a indicadors de qualitat de l'aigua a rius de tot el món. L'anàlisi de la presència i l'abundància dels diferents organismes de l'aigua ens dona una informació de gran rellevància a l'hora de determinar la qualitat de l'ecosistema, gràcies a la resposta ràpida d'organismes —com les cuques de capsa— a les possibles perturbacions. La seva longevitat permet integrar la qualitat fisicoquímica que ha tingut l'aigua fins a diverses setmanes o mesos enrere. Per tant, si els biòlegs, tot avaluant la qualitat d'un riu, trobem cuques de capsa, és que tot va bastant com una seda...

A Catalunya, es té constància de disset famílies de frigànies o tricòpters: els bereids, els braquicèntrids, els glossosomàtids, els goèrids, els hidroptílids, els lepidostomàtids, els leptocèrids, els limnefílids, els odontocèrids, els sericostomàtids i els uenoids, que construeixen estoig, els ecnòmids, els hidropsíquids, els filopotàmids, els policentropòdids i els psicòmids, que construeixen xarxes, i els riacofílids, de vida lliure.

Limnefílids

Els limnefílids (Limnephilidae) són la família de frigànies més important perquè és la més comuna i amb major nombre d'espècies dels ecosistemes aquàtics de Catalunya. Existeixen espècies entre poc menys d'un centímetre i gairebé quatre de longitud adaptades a gairebé qualsevol ecosistema aquàtic, des de tot tipus d'aigües corrents o estancades, permanents o temporals, fredes o càlides. Fins i tot es coneix alguna espècie que viu al litoral marí, almenys a França, i una espècie al medi aeri.

Hi ha espècies molt selectives a l'hora de triar els materials per construir els estoigs mentre que d'altres són més generalistes i poden utilitzar qualsevol tipus de matèria primera. En general, construeixen uns estoigs



Larva d'un limnefílid del gènere *Halesus* amb estoig construït amb restes de troncs o branques. [Dibuix: Toni Llobet]



Diversos estoigs de larves de limnèfilid construïts amb diferents materials. [Foto: Jesús Ortiz]



Larva d'un limnèfilid del gènere *Potamophylax* amb estoig construït amb pedretes. [Dibuix: Toni Llobet]



Larva d'un sericostomàtid de l'espècie *Sericostoma personatum*. [Dibuix: Toni Llobet]

força grollers, amb materials de mides relativament grans i encaixats amb poca gràcia. Poden fer servir, de vegades de manera combinada, pedres de diferents mides, fragments de branques o d'arrels submergides prèviament seleccionades i tallades, fulles d'arbres, trossos de fulles de plantes aquàtiques o temporalment submergides, conques de cargols, ancils o bivalves, restes endurides d'altres insectes, escombraries humanes, etc. L'estoig forma un tub força rectilini o lleugerament arquejat en algunes espècies.

Si bé aquesta família es pot diferenciar clarament de la resta de frigànies sense gaires dificultats fins i tot a simple vista, la identificació a nivell de gènere, per no parlar del nivell d'espècie, és summament complexa. La majoria d'espècies són detritívores o trituradores, però no es reprimeixen davant d'animals morts o fàcils d'atrapar. Tot i que moltes espècies són especialment sensibles a la contaminació, les més comunes hi mostren una certa resistència i la puntuació global per a la família és moderadament elevada.



Tricòpter limnephílid. [Foto: Laia Jiménez-CERM]

Sericostomàtids

En contraposició a la família anterior, les larves de la família dels sericostomàtids (*Sericostomatidae*) són molt selectives a l'hora de construir els estoigs. Fan servir petits fragments de pedres amb angles accentuats i que encaixen de manera gairebé perfecta entre ells amb tècniques que semblen més pròpies dels grans vitrallers. L'estoig pot fer una mica més d'un centímetre i es troba lleugerament corbat amb una secció circular, més gruixuda a la regió anterior i més estreta a la posterior.

Les poques espècies que configuren aquest gènere són totes trituradores de fragments vegetals i detritus. Són conegudes per la tendència a soterrar-se en substrats sorrencs durant les hores de llum i també pel comportament gregari, sobretot durant la fase de pupa. Aquesta és una de les famílies de macroinvertebrats aquàtics més sensibles a la pol·lució i els índexs biològics li assignen una puntuació màxima.

Leptocèrids

Els leptocèrids (*Leptoceridae*) fan, com els limnephílids, estoigs amb diferents tipus de materials segons les espècies, les unes amb sorres molt fines, les altres amb branquetes i altres restes vegetals. Són espècies



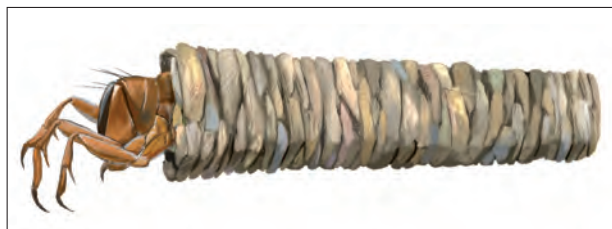
Larva d'un leptocèrid de l'espècie *Mystacides azurea*. [Dibuix: Toni Llobet]

que tendeixen a ser més petites que les pertanyents als dos grups de frigànies anteriors, però poden construir estoigs molt allargats. El tret més característic de les larves és el tercer parell de potes, molt més llargues que els dos parells anteriors. L'espècie *Mystacides azurea* és força comuna i té una forma adulta de coloració blavosa que destaca entre la resta de frigànies, predominantment de colors terrossos. Moltes espècies són trituradores de fullaraca i/o detritívores, mentre que el gènere *Oecetis* comprèn espècies principalment depredadores d'altres macroinvertebrats.

Braquicèntrids

Alguns braquicèntrids (Brachycentridae) construeixen estoigs amb una secció quadrangular a base de restes d'origen vegetal, com és el cas del gènere *Brachycentrus*, mentre que d'altres els fan amb secció circular com la majoria de les frigànies amb estoig. Un exemple d'aquest segon cas és el gènere *Micrasema*, amb larves de petites dimensions que construeixen els estoigs utilitzant només la pròpia seda o bé combinant-la amb petites pedretes en diferents proporcions. Les poblacions d'aquest segon exemple poden assolir densitats molt elevades en alguns

rius de mitjana muntanya sota determinades condicions. Les larves de braquicèntrid poden ser detritívores, trituradores de restes vegetals o brostejadores d'algues microscòpiques. La sensibilitat a la contaminació és força elevada i són, per tant, bons indicadors de la qualitat de l'aigua.



Larva d'un braquicèntrid del gènere *Brachycentrus*. [Dibuix: Toni Llobet]



Larva d'un braquicèntrid del gènere *Oligoplectrum*. [Dibuix: Toni Llobet]



Vista lateral i frontal de l'estoig amb secció quadrangular d'una larva de braquicèntrid del gènere *Brachycentrus*. [Foto: Jesús Ortiz]

Hidropsíquids

Els hidropsíquids (Hydropsychidae) són frigànies les larves de les quals no construeixen un estoig mòbil sinó unes galeries adherides als còdols, preferentment a la part inferior i situats en zones de corrent. Part d'aquesta construcció està destinada a protegir el cos tou de l'individu, mentre que la part anterior està especialment dissenyada per donar suport a una xarxa feta de fils de seda entrecreuats entre si amb molta precisió. D'aquesta manera, el cos queda protegit davant de possibles depredadors i, alhora, poden recollir les partícules orgàniques i petits invertebrats en deriva que queden atrapats a la seva xarxa.

Tampoc no és estrany trobar de tant en tant alguna larva errant en cerca d'un racó amb major afluència de partícules nutritives o desplaçada del seu refugi per una altra larva més forta. Fora del cau, les larves es poden reconèixer per la presència d'unes traqueobrànquies molt evidents, i més o menys ramificades, distribuïdes en posició ventral de dos en dos i a tots els segments del tòrax i l'abdomen. Algunes espècies de la família dels hi-



Larva d'un hidropsíquid del gènere *Hydropsyche*. [Dibuix: Toni Llobet]

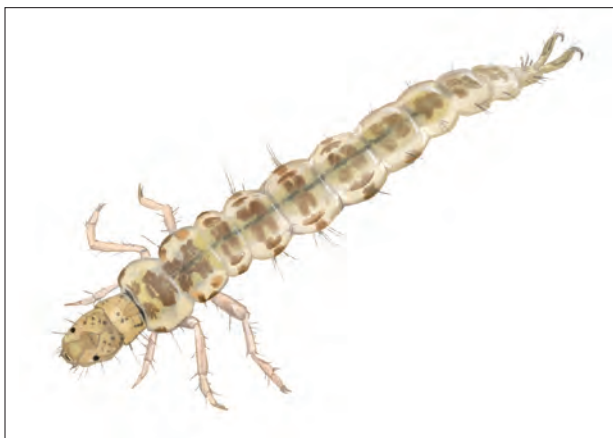
dropsíquids poden ser força resistents a la contaminació i fan que aquesta sigui la família de frigània amb puntuació més baixa com a indicadora de la qualitat de l'aigua.



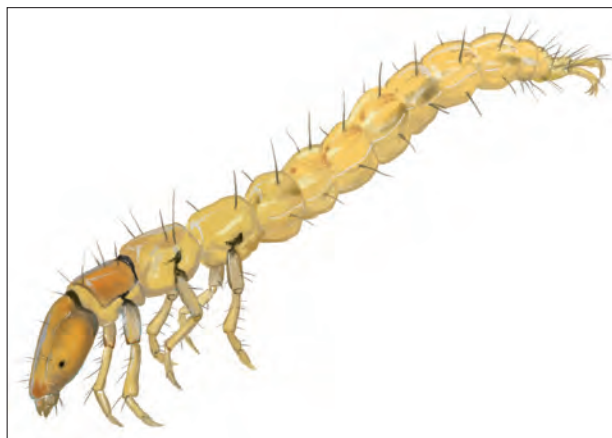
Xarxa i estoig fixat al substrat d'una larva d'hidropsíquid. [Foto: Jesús Ortiz]

Policentropòdids

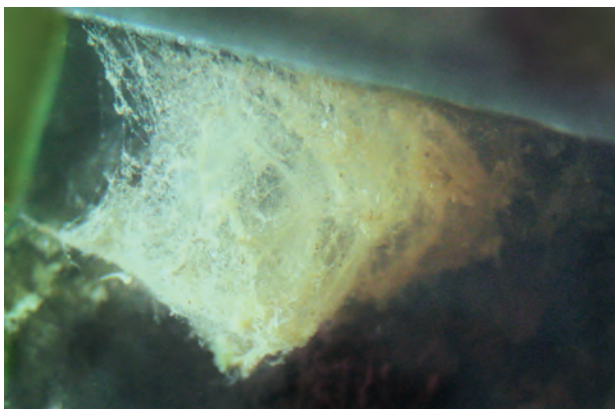
Els policentropòdids (Polycentropodidae) també construeixen xarxes per caçar fixades al substrat, però no tan ben estructurades com les de la família dels hidropsíquids. Les seves xarxes tenen una forma globular o tubular amb un entramat molt fi i dens que s'embruta fàcilment de sediments i partícules orgàniques. La larva queda, així, perfectament camuflada i es pot alimentar tranquil·lament de petits invertebrats i detritus que hi entren, tot i que també poden sortir a l'exterior i actuar com a depredadors actius. Aquesta tipologia de xarxes permet a les larves de policentropòdid instal·lar-se tant en zones de corrent moderat com en zones amb corrent nul, a diferència de les xarxes del grup anterior, que no són funcionals en condicions de manca de corrent. El seu valor indicador de la qualitat de l'aigua és moderat-alt.



Larva d'un policentropòdid del gènere *Polycentropus*. [Dibuix: Toni Llobet]



Larva d'un filopotàmid del gènere *Wormaldia*. [Dibuix: Toni Llobet]



Xarxa d'una larva de policentropòdid. [Foto: Jesús Ortiz]

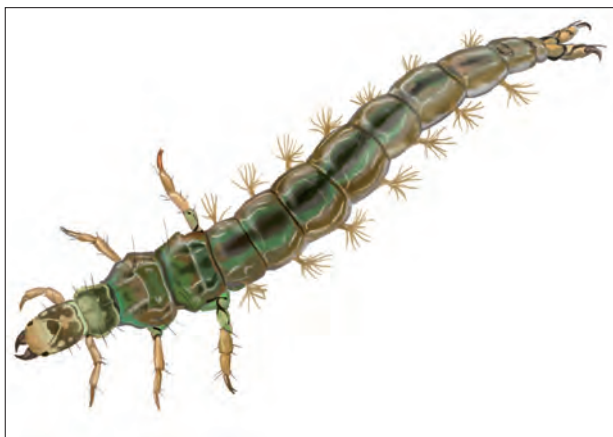
Filopotàmids

Els filopotàmids (Philopotamidae) tenen una morfologia molt similar a la dels policentropòdids. Es diferencien, però, pel cap allargat i de color ataronjat. Les xarxes que construeixen són també molt similars a les dels poli-

centropòdids, però tenen preferència per velocitats de corrent generalment més elevades i la seva dieta consta principalment d'algues microscòpiques i de detritus. Els especialistes consideren que, en general, els integrants d'aquesta família són força sensibles a la contaminació i els assignen una puntuació més aviat elevada en els índexs biològics acceptats al nostre país.

Riacofilids

Els riacofilids (Rhyacophilidae), representats a Catalunya per un únic gènere (*Rhyacophila*), tenen el cos deprimit dorsoventralment i gairebé totes les espècies tenen traqueobrànquies, que són més o menys ramificades en posició lateral al llarg dels segments toràcics i abdominals. La coloració del cos és típicament verda o morada. Tal com ja s'ha esmentat prèviament, aquesta és l'única família de frigània que no fa servir seda per construir un estoig larvari ni tampoc xarxes. Tan sols la utilitzen al final de la fase de larva per construir un estoig adherit fermament al substrat que utilitzaran

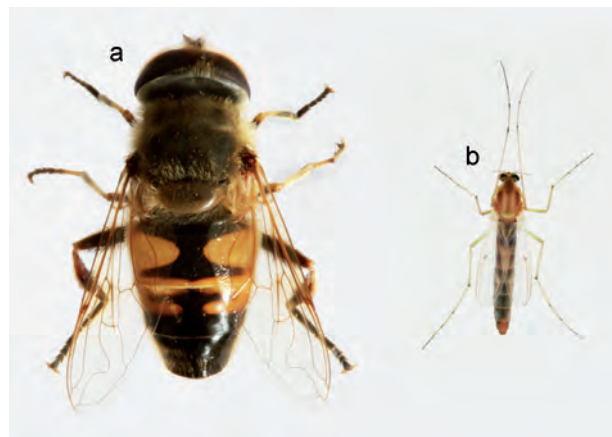


Larva d'un riacofilid del gènere *Rhyacophila*. [Dibuix: Toni Llobet]

per protegir el cos durant la fase immòbil de la pupa. Les larves són caçadores actives i àgils de tot tipus de macroinvertebrats. Les espècies de riacofilids mostren certa resistència a condicions de contaminació moderada i el seu valor com a bioindicadores és, per tant, moderadament elevat.

Dípters

Els dípters (Diptera), altrament coneguts com a mosques i mosquits, són insectes holometàbols amb larves majoritàriament aèries, però també amb algunes espècies aquàtiques o semiaquàtiques, amb una fase de pupa i adults aeris. Presenten una distribució molt àmplia a tots els ambients del planeta i comprenen un gran nombre d'espècies, superades en importància només pel grup dels escarabats. En el grup dels dípters, la morfologia dels adults sol ser força constant; un cos més allargat o més arrodonit de coloracions fosques



Les formes adultes dels dípters tenen una morfologia força variable però similar alhora, tal com es pot veure en aquests adults de sírfid (a) i quironòmida (b). [Fotos: Jesús Ortiz]

amb dues ales i sis potes i amb les peces bucals sovint modificades per la succió o, fins i tot, amb adaptacions per perforar. Les larves, en canvi, presenten una aparença molt diferent entre les diferents espècies. Entre les espècies aquàtiques, existeixen formes amb el cap ben diferenciat o indistint, totes sense potes articulades, però moltes amb pseudopodis de diferents tipus o coixinets locomotors i amb diferent nombre i distribució, amb sifons respiratoris, espiracles, amb brànquies o sense cap estructura respiratòria diferenciada, amb alguna estructura modificada en forma de ventall, amb ventoses, amb pigments respiratoris, etc.

El nom de dípters prové, com és de costum, de les formes adultes. Els adults tenen, generalment, només dues ales a diferència dels altres insectes alats, que majoritàriament en tenen quatre. En el grup dels dípters, el segon parell d'ales inserides al tercer segment toràcic es troba modificat en uns òrgans especials amb la funció d'estabilitzar el vol, anomenats halteris o balancins. L'elevat nombre d'interaccions amb l'home, gairebé sem-



Els dípters tenen el segon parell d'ales modificades en halteris o balancins, que són uns òrgans especials amb la funció d'estabilitzar el vol. [Foto: Jesús Ortiz]

pre perjudicials, fa que sigui un grup de macroinvertebrats aquàtics amb una proporció molt elevada de famílies i espècies amb noms vulgars. Val a dir que la taxonomia del grup dels dípters ha estat estudiada gairebé exclusivament a partir dels adults, sobretot per la similitud morfològica entre les formes larvàries d'espècies del mateix grup, de manera que en la majoria de casos resulta molt difícil o bé impossible identificar les larves gaire més enllà del nivell de família.

A Catalunya, és té constància de vint famílies amb larves aquàtiques o semiaquàtiques entre molt i poc freqüents i dues de molt rares o per confirmar. Entre aquestes, tan sols els blefaricèrids, els pticoptèrids, els caobòrids, els mosquits, els díxids, les mosques negres i els, encara per confirmar, taumaleids comprenen exclusivament espècies amb larves aquàtiques, mentre que a la resta de famílies també, o sobretot, estan formades per espècies amb larves que es desenvolupen en el medi aeri. En aquest segon grup hi trobem les famílies dels aterícids, els ceratopogònids, els mosquits d'eixam, els dolícopòdids o mosques camallargues, els empí-

dids, els efídrids o mosques de les salines, els esciomí-zids, els limònids, els músoids, dins dels quals s'ha inclòs recentment la família dels antòmids, els psicòdids, els estratòmids o mosques d'armadura, els cucs cua de rata, els tàvecs, les típules i els ragiònids, de presència dubtosa malgrat l'existència d'algunes cites en les quals podrien haver estat confosos amb els dolícopòdids per la seva gran semblança.

Mosquits d'eixam

Els mosquits d'eixam o quironòmids (Chironomidae) són una família de dípters gairebé omnipresent als ecosistemes fluvials i lacustres de tot el món, incloent-t'hi maresmes hipersalines, tolls de neu fosa a la base de les glaceres, rius antàrtics que romanen congelats durant bona part de l'any, bassals temporals i aigües molt contaminades i privades d'oxigen. També es coneixen espècies semiaquàtiques i aèries, així com alguna de marina. Determinades espècies poden assolir densitats extraordinàries gràcies als seus requeriments tròfics i d'hàbitat generalistes i, sobretot, a la seva estratègia reproductiva, amb femelles que poden pondre centenars d'ous en una sola posta. Malgrat el nom, es tracta d'espècies no hematòfagues i la màxima molèstia que ens poden causar és caure dins dels nostres ulls o quedar enganxats sobre superfícies acabades de pintar, enganyats pels reflexos derivats de la humitat. Els adults tenen unes peces bucals poc desenvolupades i moltes espècies no s'alimenten durant aquesta fase vital.

Els adults, d'aspecte similar a mosquits minúsculs, s'agrupen als voltants de qualsevol massa d'aigua formant eixams que poden arribar a ser molt densos. Al capvespre, també se senten atrets pels focus lluminosos i poden causar certes molèsties als transeünts. Les larves tenen una mida màxima variable entre tres

Larva d'un quironòmid del gènere *Chironomus*. [Dibuix: Toni Llobet]Larva d'un quironòmid del gènere *Rheocricotopus*. [Dibuix: Toni Llobet]Pupa d'un quironòmid del gènere *Chironomus*. [Foto: Jesús Ortiz]

i trenta mil·límetres, segons l'espècie. El seu cos és cilíndric amb un cap ben individualitzat i dos parells de pseudopodis, un al primer segment toràcic i un altre a la regió anal. La coloració del cos pot ser molt variable en les diferents espècies: entre d'altres, verdosa, marró, blanca, fosca, violàcia, ataronjada o vermella. En aquest darrer cas, com a conseqüència de la presència d'hemoglobina en l'hemolimfa de les espècies del gènere *Chironomus*. L'hemoglobina dels quironòmids és un pigment respiratori similar al dels vertebrats que presenta una gran afinitat per les molècules d'oxigen i els permet sobreviure en indrets amb concentracions extremament

baixes d'oxigen dissolt. En són un exemple les aigües molt contaminades i també els llacs d'alta muntanya, molt pobres en nutrients però amb la superfície glaçada durant períodes de temps prolongats, de manera que es bloqueja l'intercanvi de gasos amb l'atmosfera i la fotosíntesi i no es compensa l'oxigen consumit.

Entre les larves, hi ha algunes espècies que són depredadores actives de petits invertebrats. Altres construeixen tubs a base de seda i llims amb unes costelles on elaboren xarxes per filtrar les partícules en suspensió que porta el corrent, però la gran majoria s'alimenten d'algues microscòpiques o bé de detritus. Moltes espècies són de vida lliure, però també són freqüents les que construeixen galeries al sediment o entre les algues o molses que cobreixen els còdols i, unes quantes construeixen estoigs amb seda i sorra de manera similar a les frigànies.

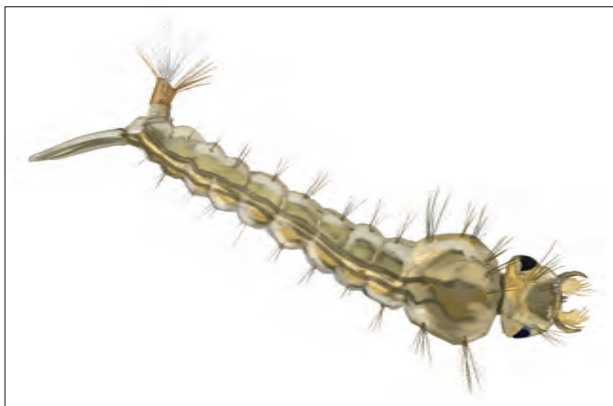
Mosquits

Els mosquits o culícids (Culicidae) són la família de dípters més ben coneguda per la seva importància com a vector de propagació de malalties greus i per les molèsties que provoquen les seves picades. Algunes espècies s'alimenten exclusivament de nèctar i altres sucus d'origen vegetal i, entre les moltes espècies hematòfages, realment poques ataquen l'home. D'aquestes,

en són responsables només les femelles, que necessiten completar com a mínim una presa de sang per poder tirar endavant els ous per a la següent generació. Els mascles, caracteritzats per presentar antenes plomoses, no tenen mandíbules perforadores i s'alimenten exclusivament de vegetals.

Les fases de larva i de pupa són exclusivament aquàtiques i les de les espècies més vinculades a l'home poden completar el cicle vital en pocs dies. Això els permet colonitzar amb èxit qualsevol tipus d'acumulació d'aigua, des de maresmes litorals i petits bassals temporals fins a galledes i bidons descuidats on s'alimenten d'algues, protozous i partícules orgàniques en suspensió amb les seves peces bucals adaptades per a la filtració. Tant la larva com la nimfa necessiten respirar aire atmosfèric a través del sífó respiratori, en el cas de les larves, o banyes respiratòries, en el de les pupes. Ambdues fases són nedadores i no tenen mecanismes per contrarestar el corrent, de manera que la seva presència es veu limitada a masses d'aigua molt encalmades.

L'espècie que més sovint ataca l'home és *Culex pipiens* i, al litoral empordanès, també les del gènere *Aedes*.



Larva d'un mosquit del gènere *Culex*. [Dibuix: Toni Llobet]

Recentment també es tem per les picades del cada vegada més famós mosquit tigre (*Aedes albopictus*), d'origen asiàtic, i del qual ja s'ha parlat un capítol anterior.

Mosques negres

Els adults de mosca negra o simúlid (Simuliidae) tenen un aspecte de mosca típica de dimensions modestes i coloració negra, com bé indica el nom, i són coneguts en algunes zones pels seus atacs al bestiar i, ocasionalment, també als humans. Les larves presenten un nombre molt elevat d'adaptacions al medi aquàtic i, més concretament, a les zones de corrent elevat. Entre aquestes adaptacions especials hi destaquen la forma hidrodinàmica del cos, una corona de ganxos en posició anal per fixar-se al substrat, la capacitat de segregat seda per ancorar-se al substrat i evitar la deriva involuntària i una premandíbula modificada en forma de ventall per filtrar les partícules i petits invertebrats que arrossega el corrent.

Les larves són exclusives dels ecosistemes fluvials. S'acumulen a les zones de màxim corrent, on poden assolir densitats molt elevades si les condicions ambientals són



Larva d'una mosca negra del gènere *Simulium*. [Dibuix: Toni Llobet]

propícies i la càrrega de partícules nutritives és prou important, com ara a les sortides de basses i llacs o en ecosistemes amb una càrrega orgànica important.



Pupes de mosca negra adherides a una planta aquàtica. [Foto: Jesús Ortiz]



Detall de la premandíbula d'una larva d'una mosca negra modificada en forma de ventall per filtrar les partícules i petits invertebrats que arrossega el corrent. [Foto: Jesús Ortiz]



Adult d'una mosca negra. [Foto: Jesús Ortiz]

Cucs cua de rata

Moltes espècies de la família dels sírfids (Syrphidae) tenen larves aèries i les fases adultes són conegudes pel seu mimetisme, quant a pigmentació i tipus de vol, amb les abelles i les vespes. Moltes d'aquestes espècies aèries són pol·linitzadores de diverses plantes i d'altres són comensals de les abelles o bé depreden sobre els pugons i altres insectes perjudicials per al conreu.

Les larves d'*Eristalis*, també anomenades cucs cua de rata o cucs de comuna, representen l'únic gènere amb fase larvària aquàtica citat fins ara al nostre territori. Aquestes larves no solament són resistent a la contaminació, sinó que requereixen aigües amb elevades càrregues de matèria orgànica. Hi viuen completament soterrades en el sediment d'aigües someres i es nodreixen de detritus orgànics. Poden superar o, més aviat, es



Larva d'un cuc cua de rata del gènere *Eristalis*. [Dibuix: Toni Llobet]



Adult d'un cuc cua de rata del gènere *Eristalis*. [Dibuix: Toni Llobet]

troben afavorides per condicions d'anòxia permanent gràcies al sífo respiratori retràtil d'alguns centímetres de longitud que els permet captar oxigen atmosfèric. Són freqüents en indrets putrefactes, com les fosses sèptiques i els femers, i també als marges arrecerats de rius fortament pol·luïts, com ho és el tram baix del Besòs i altres cursos fluvials de la zona metropolitana.

Típules

Les típules o tipúlids (Tipulidae) adultes tenen un aspecte molt compromès davant de la ciutadania. Amb un cos prim i allargassat i unes potes llargues, mentre descansen reposant a les façanes i parets dels habitatges atrets per l'escalfor, fan tota la pinta d'un mosquit gegant amb voluntat de provocar picades doloroses. Tot i això, les seves peces bucals es troben poc desenvolupades i tan sols poden llepar substàncies líquides, com l'aigua de la rosada.

Les larves són força comunes entre la fullaraca als rius naturals o poc alterats, tot i que moltes espècies poden tolerar nivells de contaminació moderats. Tenen



Larva d'una típula del gènere *Tipula*. [Dibuix: Toni Llobet]



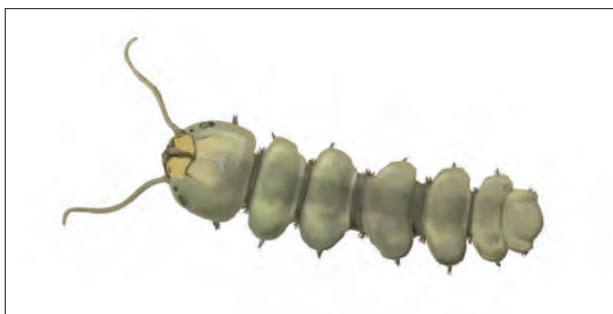
Adult d'una típula del gènere *Tipula*. [Foto: Jesús Ortiz]

aspecte de cuc sucós de color groc o marró que pot superar fàcilment els cinc centímetres de longitud. El cap es troba ben esclerificat, però normalment ocultat dins el propi cos. A l'extrem anal, tenen un espiracle amb pèls hidròfobs que emergeixen per captar aire atmosfèric.



Blefaricèrids

Amb un nom una mica difícil de pronunciar i una distribució limitada pels seus requeriments d'aigües fredes, ben oxigenades i molt netes, els blefaricèrids (Blephariceridae) constitueixen la família de dípters amb les larves més curioses del nostre país. El cos presenta tot un seguit d'adaptacions a zones ràpides i turbulentes que li confereixen un aspecte certament còmic. Es troben aplanats dorsoventralment i el cap, arrodonit i amb antenes excepcionalment llargues, precedeix sis segments equivalents al que serien els tres segments toràcics i el primer segment abdominal. Cadascun d'aquests segments posseeix un parell de pseudopodis punxeguts i en posició lateral que, en algunes espècies, es troben acompanyats per parells de petits bastonets sensorials que compensen la visió deficient en les aigües turbulentes. Un altre caràcter exclusiu d'aquesta família és la presència de ventoses adhesives en posició ventral al centre de cada un dels segments postcefàlics, que els ajuda notablement a desplaçar-se en les zones de corrent molt elevat. Els diferents segments també estan equipats amb parells de feixos de traqueobrànquies per afavorir la captació d'oxigen dissolt.



Larva d'un blefaricèrid del gènere *Liponeura* en visió dorsal. [Dibuix: Toni Llobet]

Les pupes s'adhereixen fortament al substrat i també presenten un aspecte amb aire d'alienígena força característic. Els adults, en canvi, són molt semblants als tipúlids, però més petits en general.

Altres insectes

Col·lèmbols

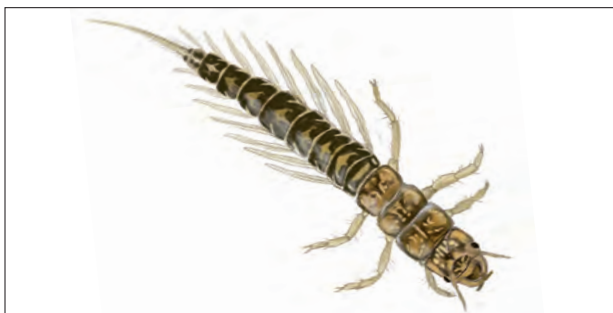
Els col·lèmbols (Collembola) són un ordre d'insectes molt petits, sense ales i que no fan metamorfosi. Viuen principalment en ambients humits del sòl, però algunes espècies són semiaquàtiques i sovint es poden veure caminant o saltant sobre l'aigua gràcies a la seva forca caudal.



Adults de col·lèmbol de l'espècie *Podura aquatica*. [Foto: Jesús Ortiz]

Neuròpters

Dins l'ordre dels neuròpters (Neuroptera), els siàlids (Sialidae) són una família d'insectes holometàbols del subordre dels megalòpters (Megaloptera) amb larves exclusivament aquàtiques. *Sialis lutaria*, l'única espècie coneguda fins al moment al nostre país, pot assolir densitats importants en determinades condicions. La fase aquàtica presenta certa tolerància a la contaminació, però els adults exigeixen una vegetació de ribera amb un grau de conservació elevat on desenvolupar-s'hi i fer la posta.



Larva d'un siàlid de l'espècie *Sialis lutaria*. [Dibuix: Toni Llobet]

Els Planipennis (Planipennes) són un segon subordre de l'ordre dels neuròpters que inclou espècies majoritàriament aèries, com les formigues lleó i les crisopes. Existeixen, però, dues famílies amb espècies aquàtiques: la família dels osmílids (Osmylidae) i la dels sisírids (Sisyridae). Ambdues tenen un gran nombre de representants i són especialment abundants als països tropicals, però a Catalunya la família dels osmílids només comprèn una sola espècie (*Osmylus fluvicapellatus*) i els sisírids, tres, pertanyents a un mateix gènere (*Sisyra*), totes elles poc freqüents.

L'adult d'*Osmylus fluvicapellatus* és un insecte que pot assolir una envergadura alar de fins a cinc centímetres i té unes larves amfibies que normalment viuen a les zones ripàries, entre les molles o la fullaraca, però fan immersions per caçar petits invertebrats. Les poques cites que es tenen fins al moment pertanyen a ecosistemes fluvials del Montseny, una a la riera de Cànoves i una altra a la Riera Major.

Les larves dels sisírids, molt semblants a les dels osmílids, s'alimenten exclusivament d'esponges. Això en limita notablement la distribució i en dificulta la detecció. No són gaire més freqüents que l'espècie anterior, però existeixen diverses cites, algunes de molt recents



Larva aquàtica de la papallona *Cataclysta lemnata*. [Dibuix: Toni Llobet]

i encara no publicades, al tram mitjà del riu Ter i també al riu Congost, a la conca del Besòs.

Papallones aquàtiques

Entre la gran diversitat d'espècies i morfologia de l'ordre de les papallones o lepidòpters (Lepidoptera), també existeixen algunes espècies amb larves aquàtiques. Al nostre país, se'n coneixen quatre gèneres dins de la família dels piràlids (Pyrilidae). Les cites d'aquestes espècies són més aviat poc freqüents i algunes han estat fruit de confusions amb altres espècies pròpies del medi aeri capturades a la zona ripícola o bé caigudes accidentalment a l'aigua. De manera similar a les frigànies, les larves també construeixen un estoig amb fulles per protegir, o almenys camuflar, el cos carnós contra els nombrosos depredadors potencials.

Vespes aquàtiques

Les vespes, aquàtiques o aèries, pertanyen juntament amb les formigues i les abelles, a l'ordre dels himenòpters (Hymenoptera). La immensa majoria de les espècies d'aquest grup es desenvolupen íntegrament en el medi

La presència d'una cinta respiratòria que sobresurt de l'estoig de les larves o pupes dels odontocèrids desvetlla la possibilitat que hagin estat atacades per una larva de vespa d'aigua. [Foto: Jesús Ortiz]



aeri, però la família dels agriotípids (*Agriotypidae*) té larves aquàtiques. La femella adulta fa immersions, de les quals en surt il·lesa, per injectar els ous amb el seu potent ovíscapte en els estoigs de frigànies de les famílies dels goèrids o dels odontocèrids. Ho fa en el moment en què les larves de frigània han tancat l'obertura frontal de l'estoig per començar la metamorfosi i, per tant, han perdut la mobilitat i qualsevol possibilitat de defensar-se. Després de l'eclosió, la larva d'agriotípid devora íntegrament la nimfa de frigània i creix fins que arriba el moment de la metamorfosi, que es realitza dins de l'estoig de l'hoste. En aquest moment resulta relativament fàcil esbrinar quins estoigs contenen nimfes d'aquesta vespa, per la presència d'una cinta respiratòria que sobresurt de l'estoig. Aquesta família és poc coneguda al nostre territori i hom només té constància de la seva presència al riu de Sant Nicolau, al Parc Nacional d'Aigüestortes, presumiblement pertanyent al gènere *Agriotypus*.

Crustacis

El nom de crustacis (*Crustacea*) té categoria taxonòmica de classe i prové del llatí *crusta*, que significa 'crosta', allò que cobreix, i és aquesta precisament la característica més representativa de les espècies més populars del grup, com els crancs, els llagostins i les llagostes. Si bé el grup dels insectes és força conegut pels danys que causen moltes espècies als cultius, al bestiar o als mateixos humans, els crustacis són més aviat famosos pel goig que fan condimentats a nombroses receptes culinàries. Per això, la seva supervivència depèn, de manera similar als insectes, de la presència d'una cutícula que els protegeix el cos dels depredadors. En el cas de moltes espècies de crustacis, especialment les de major mida, aquest exosquelet es troba força calcificat, però hi manquen les ceres impermeables que tant han afavorit els seus parents en el medi aeri, de manera que la gran diversificació es restringeix al

medi aquàtic, i en especial als oceans, mentre que molt pocs grups han aconseguit colonitzar el medi aeri, com les pasteretes.

Els crustacis pertanyen igualment al filum dels artròpodes i tenen, tret d'unes poques excepcions, un nombre de potes articulades de nombre variable segons el grup. La variabilitat morfològica dels crustacis és encara més elevada que la del grup dels insectes, però es tendeix a respectar una agrupació de segments similar a les tres regions d'aquest segon grup: cèfal o cap, perèion o tòrax (sovint fusionada amb la primera regió per formar el cefalotòrax) i plèon o abdomen. Moltes espècies presenten una o diverses fases larvàries en les quals es van adquirint de manera progressiva els caràcters dels adults. En el grup dels decàpodes, la fase de larva es completa dins de l'ou, de manera que presenten un desenvolupament postembrionari directe, dels ous neixen petits individus amb una aparença molt semblant a la dels adults. En les espècies paràsites de copèpodes, en canvi, es produeix una hipermetamorfosi on els diferents estadis del seu desenvolupament tenen una morfologia extremament diferent entre ells.



Adult de cranc de riu ibèric (*Austropotamobius pallipes*). [Dibuix: Toni Llobet]

Crancs de riu

Els crancs de riu pertanyen al grup dels decàpodes (Decapoda), juntament amb els seus parents marins els escamarlans, els llamàntols, les llagostes, les gambes, els llagostins, els bernats ermitans, els crancs, els bous i molts altres. Malgrat el nom, són també força comuns en ecosistemes lacustres. Tenen, òbviament, cinc parells de potes inserides en el cefalotòrax, el primer dels quals ha estat modificat en forma de pinces que fan servir per aconseguir aliment, per protegir-se dels depredadors i defensar el seu menjar, territori i parella. La mida els atorga un cert valor culinari i, en conseqüència, cada espècie rep un o diversos noms populars.

El cranc de riu ibèric (*Austropotamobius pallipes*), de la família dels astàcids (Astacidae), és l'única espècie considerada autòctona a la Península Ibèrica i actualment pateix un procés de regressió molt accentuat a Catalunya. La principal causa de la desaparició és la introducció accidental o intencionada en els ecosistemes naturals d'espècies foranes amb objectius comercials, com el cranc vermell americà (*Procambarus clarkii*,



Adult de cranc vermell americà (*Procambarus clarkii*). [Dibuix: Toni Llobet]



Adult de cranc senyal (*Pacifastacus leniusculus*). [Foto: Jordi Baucells]

Cambaridae) o el cranc senyal (*Pacifastacus leniusculus*, Astacidae).

Per diferenciar les tres espècies és preferible prescindir de la coloració, perquè tant el cranc de riu ibèric com el cranc senyal tenen una coloració blavosa i, malgrat el vermell intens dels individus adults de cranc americà, els juvenils també són blau-verdós. La diferència més clara i taxonòmicament fiable entre el cranc de riu ibèric i el cranc vermell americà és la separació de les sutures dorsals del cefalotòrax, que en l'ibèric es troben clarament separades mentre que en l'americà entren en contacte. El cranc senyal pertany a la mateixa família que l'ibèric i les sutures dorsals del cefalotòrax també es troben separades. La coloració d'ambdues espècies és molt similar, però el cranc senyal no té sobre el cefalotòrax les espines característiques de l'ibèric i, a excepció dels individus juvenils, presenta una taca blanca, crema o blau verdosa, en la base de la unió dels dits de les pinces.



Puça d'aigua de la família Chydoridae. [Dibuix: Toni Llobet]

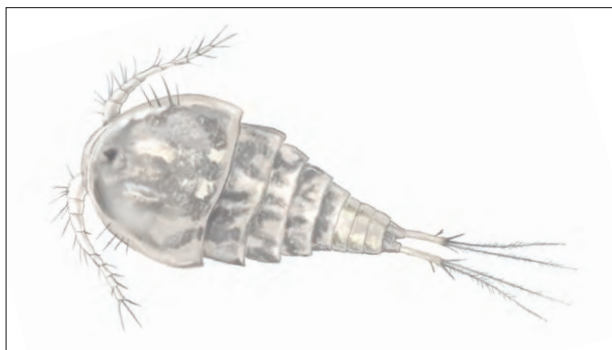
Microcrustacis

Si bé els crancs de riu són fàcilment identificables a nivell específic, els microcrustacis sovint es menystenen i se citen a nivells taxonòmics força superiors. Tal com expressa el denominatiu, són invertebrats molt petits i tan sols algunes espècies sobrepassen els cinc-cents micròmetres que defineixen els macroinvertebrats. De fet, molts índexs biològics no els tenen en compte.

En les aigües continentals, aquest grup el formen les puces d'aigua, els copèpodes i els ostràcodes. Les puces d'aigua o cladòcers (Cladocera) són un ordre de crustacis pertanyent a la subclasse dels branquiòpodes (Branchiopoda). Els individus adults tenen una mida que oscil·la entre dos-cents micròmetres i divuit mil·límetres, tot i que la majoria d'espècies difícilment sobrepassa els quatre mil·límetres. Constitueixen un grup molt important del plàncton en ecosistemes lacustres o del potamoplàncton en zones de poc corrent dels ecosistemes fluvials,

però també són força freqüents algunes espècies que viuen a les zones intersticials del sediment. El cos, generalment transparent o translúcid, es troba protegit per dues delicades valves. Tenen un rostre molt característic i diferent per a cada espècie amb un sol ull i dues antenes desproporcionalment grans que utilitzen per desplaçar-se o mantenir-se en suspensió en la columna d'aigua. No és estrany observar la presència d'ous fecundats o partenogenètics en la cambra incubadora que tenen al dors.

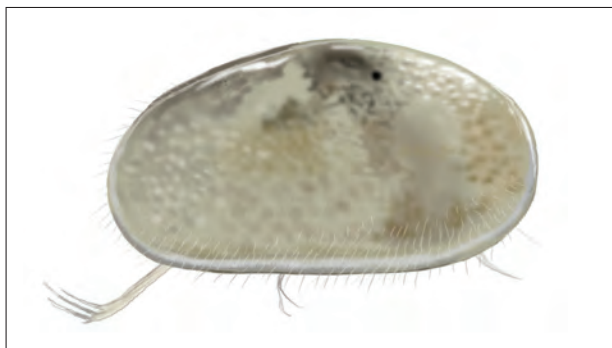
Els copèpodes (Copepoda) constitueixen una subclasse de crustacis extraordinàriament diversificada, tant en nombre d'espècies com en tipus morfològics. En el plàncton marí, existeixen moltes espècies amb un ampli ventall de combinacions de coloracions, formes i estructures apendiculars. Per contra, les espècies continentals, planctòniques, bentòniques o intersticials, tenen una morfologia molt més consistent i modesta. Generalment, no sobrepassen els dos mil·límetres, tenen un sol ull i el cos té una part anterior arrodonida d'on sobresurten dues antènules molt més llargues que les antenes, i que utilitzen com a òrgan locomotor i sensorial. La part posterior del cos és més estreta que l'anterior i fa la funció de timó en les espècies nedadores. Les femelles reproductives sovint porten un o, més freqüentment, dos sacs d'ous penjant de la part posterior del cos. Tal com s'ha explicat més amunt, existeixen algunes espècies amb alguna fase paràsita de peixos amb un cicle vital molt complex. En aquestes espècies, la fase paràsita experimenta una modificació molt important del cos i sovint es dona només en les femelles. Aquestes espècies paràsites són majoritàriament marines, mentre que a les aigües continentals són més escasses. L'espècie més comuna als ecosistemes aquàtics continentals és el ciclopoide anomenat cuc àncora (*Lernaea cyprinacea*, Lernaeidae), originari d'Àsia i causant d'estralls entre algunes poblacions de peixos com a responsable de la lernaeosi i diverses infeccions.



Copèpode de la família Cyclopidae. [Dibuix: Toni Llobet]



Femella del cuc àncora (*Lernaea cyprinacea*) amb el cap modificat en forma d'ham que s'insereix en l'hoste (esquerra) i dos sacs d'ous a l'extrem posterior (dreta). [Foto: Jesús Ortiz]

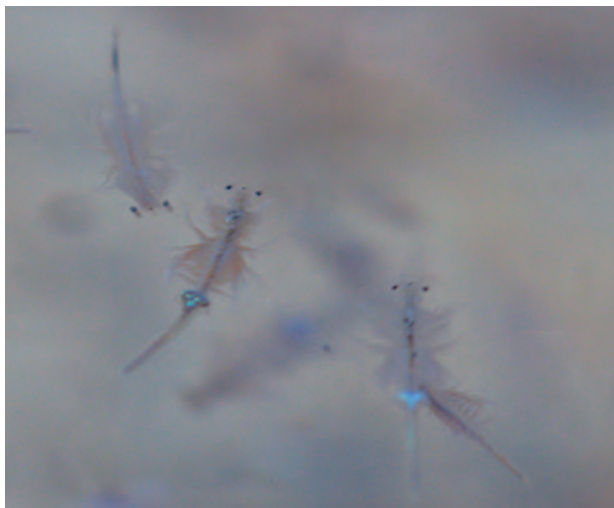


Ostràcode del gènere *Eucypris*. [Dibuix: Toni Llobet]

Els ostràcodes (Ostracoda) són una altra subclasse de crustacis de dimensions reduïdes amb una majoria d'espècies marines, algunes d'aigües continentals i, fins i tot, en zones tropicals, alguna espècie aèria. El cos es troba protegit per una closca bivalva que, a diferència de les puces d'aigua, es troba molt endurida. Durant el moviment sobresurten alguns apèndixs locomotors i sensorials, mentre que en situació de repòs o de defensa tanquen tot el cos fortament. Són majoritàriament detritívors i freqüents als intersticis del sediment, sobre diferents substrats, al plàncton i al sèston (sobre la pel·lícula d'aigua).

Crustacis primitius

Els anostracis (Anostraca), les tortuguetes o notostracis (Notostraca) i els conostracis (Conchostraca) són tres ordres dins de la subclasse dels branquiòpodes que

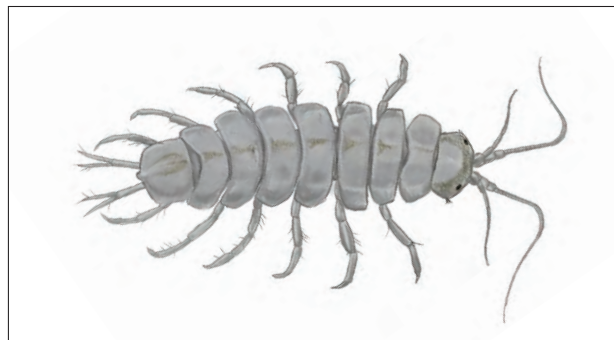


Anostraci del gènere *Artemia*. [Foto: David Vilasis]

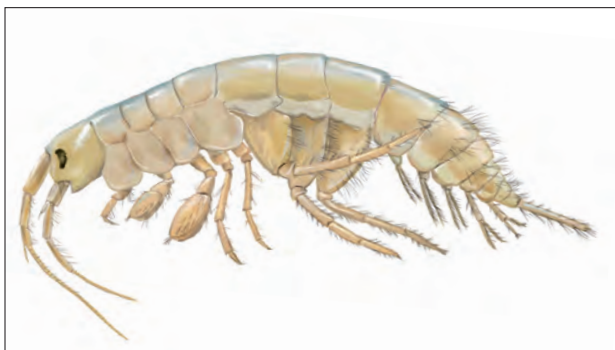
presenten característiques pròpies de grups d'origen antic i la major part dels quals s'han extingit, raó per la qual sovint se'n fa referència com a fòssils vivents. Tots habiten petites basses o tolls d'aigües continentals temporals o efímeres, poc o molt mineralitzades. Els ous de moltes espècies necessiten períodes previs de dessecació per poder desenvolupar-se abans de l'eclosió. L'espècie d'anostraci *Artemia franciscana*, d'origen americà, va entrar a la Península per Portugal i ha estat citada a les salines del delta de l'Ebre. La seva gran adaptabilitat li ha permès desplaçar algunes espècies nadiues.

Altres crustacis

Els asèl·lids (Asellidae) són una família d'isòpodes (Isopoda) amb un gran nombre d'espècies marines, algunes aèries, d'altres d'ambients hipogeus (aigües continentals subterrànies) i amb *Proasellus coxalis* com a única espècie aquàtica coneguda fins ara a Catalunya als ecosistemes continentals superficials. Tenen el cos deprimat i set parells de potes d'estructura molt similar que donen nom a l'ordre. Les femelles presenten un marsupi ventral on es desenvolupen els ous fecundats.



Asèl·lid de l'espècie *Proasellus coxalis*. [Dibuix: Toni Llobet]



Gammàrid de l'espècie *Echinogammarus longisetosus*. [Dibuix: Toni Llobet]

Els gammars o gammàrids (Gammaridae) són una família d'amfípodes (Amphipoda) amb forma de petita gambeta corbada que habiten en molts ecosistemes aquàtics continentals i que en determinades condicions poden assolir densitats força importants. La dieta és fonamentalment trituradora de fulles caigudes dels arbres de ribera, però en condicions d'escassetat de recursos també poden menjar detritus.

Gasteròpodes

Els gasteròpodes (Gastropoda) constitueixen la classe amb més espècies i amb major variabilitat de tot el fílum dels mol·luscs (Mollusca). El seu nom, d'arrel grega, es tradueix com a 'estómac' i 'peu', i inclou pegellides, cargols, llebres de mar i llimacs, entre molts d'altres grups. La diversificació màxima es produeix en els ecosistemes marins, però també és important en el medi aeri i en tot tipus d'ecosistemes aquàtics continentals. Només són absents en els ecosistemes d'alta muntanya de roca fonamentalment silícia, per l'escassetat de sals de calci que requereixen per poder formar l'exosquelet calcari que constitueix la conquilla. Presenten generalment cinc



Ancil de l'espècie *Ancylus fluviatilis*. [Dibuix: Toni Llobet]

regions diferenciades: el cap, el mantell, el peu, el sac visceral i la conquilla, i es caracteritzen per la torsió de la massa visceral durant la fase larvària que dona lloc a conquilles en forma d'espiral.

Les interaccions directes entre els gasteròpodes d'aigües continentals i els humans són més aviat escasses. La majoria de les espècies del nostre país tenen una mida reduïda i, a diferència de diverses espècies marines i aèries, no són aptes per al consum. No obstant això, la seva importància com a brostejadors de les algues microscòpiques adherides en diferents substrats és cabdal en el funcionament dels ecosistemes aquàtics.

Fins ara, és té constància de deu famílies presents als ecosistemes aquàtics catalans: els ancils, els hidròbids, els limneïds, els físids, els planòrbids i, menys freqüents, els acrolòxids, els bitínids, els ferríssids, els nerítids i els valvàtids.

Ancils

Els ancils o ancílids (Ancylidae) són els gasteròpodes amb major afinitat per les aigües corrents i també un dels grups més cosmopolites als cursos fluvials catalans i europeus. Es coneix una única espècie, *Ancylus fluviatilis*,

amb una conquilla que presenta un cert grau de variabilitat fenotípica davant de diferents condicions ambientals i que pot arribar als vuit mil·límetres de diàmetre. La conquilla ha perdut la torsió de forma secundària i té un perfil hidrodinàmic en forma de barretina o barret frigi molt característic. Juntament amb el peu, que actua com una ventosa amb la qual s'adhereixen fortament a les pedres del substrat, els permet afrontar sense dificultats velocitats de corrent força elevades. S'alimenten gairebé de manera exclusiva d'algues microscòpiques incrustants que brostegen amb les potents dents de la ràdula. Per aquesta raó, tot i que poden tolerar un cert nivell de contaminació, poden morir d'inanició si el substrat es troba cobert de sediments inorgànics o detritus.

Físids

Els físids (Physidae) són una família de cargols aquàtics freqüents en la majoria d'ecosistemes aquàtics del nostre país i que poden assolir grans densitats en aigües amb un cert grau d'eutròfia. Els tentacles del cap són filiformes i la conquilla és levogira, és a dir, amb l'obertura de front i l'àpex mirant cap a dalt, gira cap a l'esquerra. Existeixen tres espècies autòctones conegudes i un nom-



Físid de l'espècie *Physella acuta*. [Dibuix: Toni Llobet]

bre indeterminat d'introduïdes, provinents principalment del negoci de l'aquariofília, que sovint se citen sota el nom de l'espècie nadiua de més àmplia distribució, *Physella acuta*, per la dificultat que representa haver d'analitzar-ne l'anatomia interna en la identificació i l'escassetat de fonts bibliogràfiques. Són totalment omnívores i tant es poden alimentar d'algues microscòpiques i altres microorganismes adherits al substrat, com de fullaraca, vegetals submergits o cadàvers. Es freqüent veure individus «reptant» per una paret vertical imaginària al bell mig de la columna d'aigua o bé cap per avall sota la pel·lícula d'aigua superficial. Són força resistents a la pol·lució i en episodis d'anòxia extrema poden sortir de l'aigua per captar oxigen atmosfèric tanta estona com faci falta mentre hi hagi prou humitat.

Limneïds

Els limneïds (Lymnaeidae) són també força freqüents a les aigües continentals del nostre país, sobretot en zones encalmades de poca fondària. Es diferencien de la família dels físids perquè les antenes tenen una forma triangular ampla i plana i la conquilla gira cap a la dreta (dextrogira). El coneixement de la seva taxonomia és



Detall de la ràdula d'un físid. [Foto: Jesús Ortiz]



Limneid del gènere *Lymnaea*. [Dibuix: Toni Llobet]



Limneid aeri, d'hàbitats de ribera, que es pot confondre amb altres famílies aquàtiques. [Foto: Jesús Ortiz]

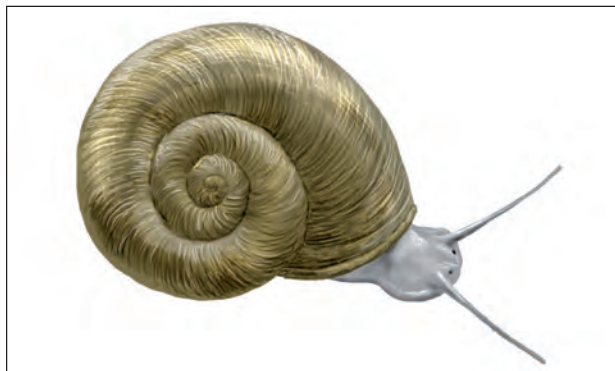


Limneid del gènere *Lymnaea*. [Foto: Laia Jiménez-CERM]

encara incomplet i es complica encara més amb la contínua arribada d'espècies al·lòctones, algunes de les quals poden donar lloc a hibridacions. Cal evitar la confusió amb la família dels succineids (Succineidae) que, amb una conquilla molt afusada que no pot cobrir tot el cos tou, són estrictament aeris d'hàbits ripícoles i sovint apareixen accidentalment als salabres de mostreig. Tot i que els limneids són força tolerants a certs nivells de contaminació, són una mica més sensibles que els físids i les poblacions amb densitats més elevades es desenvolupen en aigües poc o lleugerament alterades. Tenen una dieta molt generalista i constituïda majoritàriament de detritus i vegetals.

Planòrbids

La conquilla dels planòrbids (Planorbidae) es diferencia dels altres grups aquàtics perquè, generalment, s'enrotlla sobre un sol pla. Presenta una gran similitud amb altres espècies aèries que, atretes per la humitat, poden caure a l'aigua i provocar confusions. En viu, els dos grups es poden diferenciar amb relativa facilitat perquè en les espècies aquàtiques els ulls es troben



Planòrbid del gènere *Gyraulus*. [Dibuix: Toni Llobet]



situats a la base dels tentacles i no a l'extrem. Existeix igualment un gran assortiment d'espècies d'origen estranger que arriben als nostres ecosistemes aquàtics a través dels alliberaments incontrolats d'aficionats a l'aquariofília. Les introduccions d'espècies d'aquesta família han rebut una atenció especial pel fet que moltes espècies exòtiques actuen com a vector de propagació d'helmints paràsits que poden afectar l'home.

Hidròbids

La família dels hidròbids (Hydrobiidae) és sospitosa de constituir un grup artificial format per espècies amb una morfologia similar, però no relacionades filogenèticament. Per això, algunes escoles consideren que es tracta de diverses famílies encara per determinar i donen a aquest grup el rang de superfamília (Hydrobioidea). Dextrogirs com els limneids, es poden diferenciar clarament perquè posseeixen un opercle que tanca l'obertura de la conquilla, com la resta de prosobranquis, per protegir tot el cos tou de depredadors i de la sequera. Existeixen cada vegada més espècies introduïdes, la més estesa de les quals és el prolífic *Potamopyrgus antipodarum*.

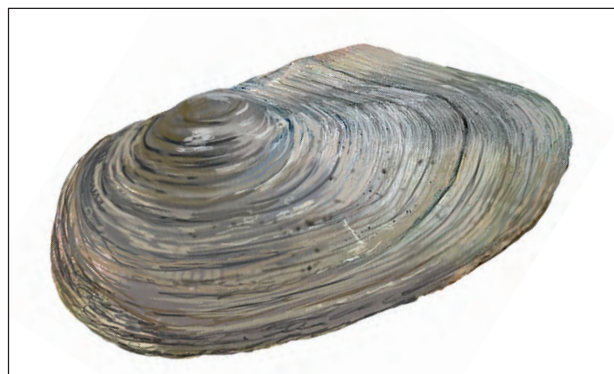


Hidròbid de l'espècie *Potamopyrgus antipodarum*. [Dibuix: Toni Llobet]

rum, originari de Nova Zelanda. Algunes han arribat molt recentment, com el cargol poma (*Pomaceus canaliculata*), que pot arribar a nou centímetres, d'origen sud-americà, i que a l'estiu del 2009 s'ha detectat als arrossars del Delta de l'Ebre; ja és una plaga greu a l'Àsia. A l'altre extrem, hi ha *Belgrandia marginata*, només present a les terres de l'Ebre i en perill d'extinció crític a Catalunya.

Bivalves

Les espècies de la classe dels bivalves (Bivalvia) són exclusivament aquàtiques, d'aigües continentals i sobretot marines, i es caracteritzen per tenir el cos comprimit dorsoventralment i protegit per dues valves que pivoten sobre el lligament elàstic i els protegeixen de depredadors i de la dessecació. Viuen parcialment soterrats al sediment amb un o dos sifons a la part superior que utilitzen per filtrar les partícules nutritives que conté l'aigua i dur a terme l'intercanvi gasós. Contràriament al que pugui semblar, moltes espècies poden fer desplaçaments lents, però considerables, gràcies al seu potent peu.



Nàiade uniónid de l'espècie *Anodonta anatina*. [Dibuix: Toni Llobet]



Nàide d'origen xinès, de l'espècie *Anodonta woodiana*, localitzada per primera vegada a Catalunya al Baix Ter l'any 2006. [Foto: Marc Ordeix]

Algunes famílies, com la dels uniònids, presenten una capacitat reproductiva extraordinària. Tot i que els individus d'algunes espècies poden trigar fins a més de deu anys a assolir la maduresa sexual i només produeixen una sola generació per any, els seus sifons poden alliberar alguns milions de larves. Les larves tenen la funció de dispersar l'espècie i poden fer-ho amb recursos propis, com en el cas dels esfèrids, o bé parasitant les brànquies, l'oïda, la pell o les aletes de determinades espècies de peix, com en el cas dels uniònids o els dreissenids.

El nombre d'espècies invasives de bivalves és força inferior que el de gasteròpodes, però les conseqüències en els ecosistemes i l'economia solen ser força més devastadores, com és el cas del musclo zebra (*Dreissena polymorpha*, Dreissenidae), que ja s'ha esmentat en un capítol anterior. Altres espècies invasores amb conseqüències encara poc conegudes són la cloïssa asiàtica (*Corbicula fluminea*, Corbiculidae), introduïda com a esquer per alguns pescadors amb canya, o l'enorme musclo de bassa xinès, *Anodonta woodiana*, cada vegada més estès a Europa i detectat l'any 2006 al Baix Ter (Pou-Rovira [et al.], 2009).



Musclo zebra (*Dreissena polymorpha*) del riu Ebre a l'embassament de Flix (la Ribera d'Ebre). [Foto: Marc Ordeix - CERM]

Una situació molt diferent és la que pateixen algunes espècies autòctones entre les quals destaquen les nàiades *Margaritifera auricularia* (Margaritiferidae), *Anodonta anatina*, *Potomida littoralis* i *Unio mancus* (Unionidae). Aquestes espècies, de grans dimensions, es troben actualment protegides per la legislació europea com a conseqüència de la recessió accentuada que les



Cloïssa asiàtica (*Corbicula fluminea*) on es poden veure els dos sifons i el peu. [Foto: Jesús Ortiz]



Nàiade uniònid de l'espècie *Unio manicus*. [Dibuix: Toni Llobet]

ha portades fins al límit de l'extinció a moltes regions d'Europa, atesa la seva sensibilitat a les perturbacions d'origen humà.

A Catalunya es coneixen cinc famílies de bivalves, de les quals els margaritifèrids, els uniònids i els esfèrids comprenen espècies majoritàriament autòctones, mentre que els dreissènids i els corbicúlids són representats per dues espècies exòtiques invasores.

Uniònids

Els uniònids (Unionidae) són també coneguts vulgarment com a nàiades o musclos de riu, juntament amb els margaritifèrids. Són comuns als ecosistemes palustres com a l'estany de Banyoles i als trams baixos de grans rius com l'Ebre, el Ter o la Tordera, entre d'altres, però també poden trobar-se en trams mitjans i alts sempre que hi hagi gorgues o embassaments on es pugui desenvolupar el potamoplàncton del qual es nodreixen. Malgrat les grans dimensions, de fins a quinze centímetres, són difícils de veure perquè s'enterren gairebé totalment al sediment i es camuflen perfectament mitjançant la seva pigmentació terrosa.



Esfèrid de l'espècie *Pisidium casertanum*. [Dibuix: Toni Llobet]

Esfèrids

Els esfèrids (Sphaeriidae), en els quals s'inclou també l'antiga família dels pisídids (Pisidiidae), són bivalves de no més d'un centímetre i amb una vida curta. Els dos gèneres coneguts, *Sphaerium* i *Pisidium*, es poden diferenciar perquè posseeixen dos sifons independents i només un, respectivament, mentre que el nivell d'espècie és força més complex d'assolir. Existeixen espècies amb capacitat de sobreviure en un ampli ventall de condicions com el fang de basses, petits rierols, ullals, fonts i estanys de muntanya.

Grups menors

Els macroinvertebrats que s'agrupen en aquest apartat no són necessàriament menys importants; el denominatiu de grups menors no és en cap cas interpretat en to pejoratiu. Ans al contrari, la importància de molts d'aquests organismes en l'estructura i el funcionament dels ecosistemes aquàtics continentals és cabdal. En comparació amb els grups anteriors, són, però, menys

coneguts, amb un nombre reduït d'espècies, molt petits, de difícil identificació, rars o abundants però només en algunes zones.

Esponges d'aigua dolça

Les sponges o porífers (Porifera) són els animals pluricel·lulars, metazous, més primitius. Constitueixen un fílum d'organismes bentònics i totalment sèssils sense forma definida i que configuren un sistema de canals interns i obertures superficials per on fan circular l'aigua amb la finalitat de retenir les partícules orgàniques en suspensió i facilitar l'intercanvi de gasos.

Les sponges tenen un màxim de diversificació en els ecosistemes marins, amb unes deu mil espècies descrites fins ara, mentre que les sponges d'aigua

dolça del nostre país pertanyen a tan sols dos gèneres, *Spongilla* i *Ephydatia*, de la família dels espongíl·lids (Spongillidae). De coloració blanquinosa, verdosa o bruna, creixen adherides a tot tipus de substrats orgànics o inorgànics. A poca fondària, no poden competir amb el creixement ràpid de les algues filamentoses o les moltes i queden relictos sota els còdols o en indrets molt ombrívols. A major fondària, en llacs i embassaments, poden assolir el màxim esplendor amb mides força superiors i la formació de digitacions verticals. Es coneixen espècies que poden créixer en aigües molt oligotròfiques, com estanys pirinencs o rieres litorals de l'Empordà, i d'altres que són més pròpies d'indrets amb una càrrega de nutrients més important, com embassaments i les seves sortides, o rius com el Congost, el Ter o el Francolí, entre molts d'altres.



Esponja d'aigua dolça. [Foto: Jesús Ortiz]



Medusa d'aigua dolça de l'espècie *Craspedacusta sowerbyi*. [Foto: David Vilasís]



Cnidaris

El fílum dels cnidaris (Cnidaria) també presenta una diversificació màxima al mar i només una presència ocasional en els ecosistemes continentals. Existeixen espècies que només presenten la forma de pòlip o bé la de medusa i d'altres que alternen aquestes dues formes en diferents generacions. El primer cas es troba representat per un sol gènere, *Hydra*, que pertany a la família Hydridae. Són comuns i poden ser molt abundants en tot tipus d'ecosistemes d'aigües corrents o encalmades, tant en aigües poc mineralitzades com salabroses. El cos és allargat i es troba fixat al substrat, però té capacitat per desplaçar-se. Els tentacles, llargs i prims, es mouen lentament per atrapar oligoquets, microcrustacis i petits insectes gràcies als cnidòcits, unes cèl·lules especialitzades equipades amb un arpó que serveix per injectar un líquid tòxic paralitzant.

Craspedacusta sowerbyi és un petit cnidari de no més de dos centímetres de diàmetre de la família dels petàsids (Petasidae) amb fase de pòlip i de medusa. D'origen asiàtic, va ser trobat per primera vegada a Europa el 1880, a la ciutat de Londres. En l'actualitat es pot trobar en estanys i basses naturals o d'origen antròpic d'arreu del país.

Cucs plans

Els cucs plans, planàries o turbel·laris (Turbellaria) són una classe dins el fílum dels platihelminths (Platyhelmintha) amb el cos aplanat i allargat, generalment de vida lliure amb espècies aèries, d'aigües continentals i, sobretot, marines. Són depredadors actius de petits invertebrats vius, malferits o morts. Per alimentar-se, se situen sobre la presa i fan sortir la faringe del porus bucal, situat al centre del cos en posició ventral. La faringe allibera en-



Cuc pla dugèsid del gènere *Dugesia*. [Dibuix: Toni Llobet]

zims digestius que desintegren els teixits de la presa per poder, així, absorbir-la. El sistema digestiu acaba en un fons cec, no tenen anus i han de secretar els productes de rebuig també per la boca. Destaca la seva capacitat per créixer o decreixer en funció de la disponibilitat d'aliment, així com la seva extraordinària capacitat de regeneració, que els permet formar un individu complet a partir d'un fragment molt petit. A Catalunya, la família dels planàrids (Planariidae) i la dels dugèsids (Dugesidae) són molt freqüents.

Anèl·lids

El fílum del anèl·lids (Anellida) inclou organismes amb forma de cuc, amb un cos allargat i cilíndric o aplanat. A les aigües continentals hi són representades tres classes: els oligoquets, les sangoneres i, més marginalment, els poliquets.

Els oligoquets tenen forma de cuc de terra amb longituds que poden oscil·lar entre pocs mil·límetres i gairebé quinze centímetres. Contràriament a molts grups anteriors, la majoria d'espècies són terrestres o d'aigües continentals, i molt poques marines. Viuen dins del sediment o parcialment enterrades, però algunes espècies petites també es poden trobar nedant entre dues aigües amb moviments oscil·lants del seu cos. És un grup molt poc



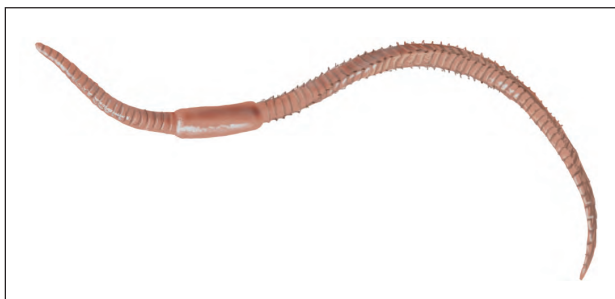
Fons d'un estany recobert d'oligoquets tubíficids del gènere *Tubifex*. [Foto: David Vilasís]

estudiat al nostre país i encara no es disposa d'una llista gaire llarga d'espècies citades, sobretot per la dificultat que suposa la identificació. A Catalunya es coneixen cinc famílies: els lumbrícids, els lumbricúlids i els tubíficids, dins dels quals s'ha inclòs recentment la família dels naídids, són força freqüents, mentre que les famílies dels enquitrèids i la dels haplotàxids són més rares.

Els hirudinis, més coneguts com a sangoneres, són anèl·lids sense quetes amb una ventosa anterior on hi ha la boca i una altra de posterior que utilitzen per desplaçar-se sobre el substrat o, en les espècies paràsites, aferrar-se al seus hostes. Malgrat el nom que es dona a tot el grup, molt poques espècies són hematòfagues. La majoria són depredadores de petits invertebrats,

com quironòmids o oligoquets que engoleixen sencers. Entre les espècies hematòfagues, n'hi ha que parasiten només espècies de peixos o d'ocells, però la més coneguda és, sense dubte, *Hirudo medicinalis*, amb juvenils depredadors d'invertebrats i adults que poden parasitar tant peixos com mamífers, inclòs l'home. Les famílies citades a Catalunya, erpobdèl·lids, glossifònids i hirudínids, són força freqüents a molts ecosistemes aquàtics tant fluvials com lacustres i palustres i moltes espècies poden sobreviure a condicions d'anòxia total gràcies a vies metabòliques alternatives.

L'únic poliquet present en els ecosistemes aquàtics continentals del nostre país, de moment a l'Empordà, és la mercierella (*Ficopomatus enigmaticus*, Serpulidae), un

Oligoquet de l'espècie *Eiseniella tetraedra*. [Dibuix: Toni Llobet]Sangonera erpobdèl·lid de l'espècie *Dina lineata*. [Dibuix: Toni Llobet]

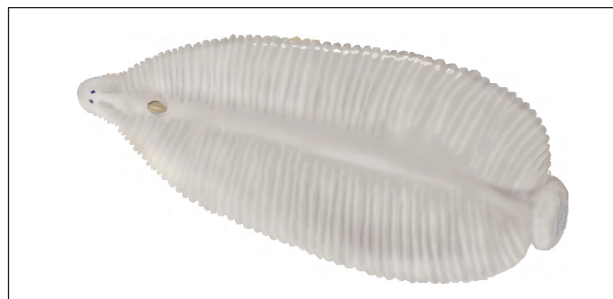
petit cuc sèssil que construeix tubs calcaris. Es tracta d'una espècie invasiva, d'origen encara per determinar, que pot ser abundant als aiguamolls litorals amb salinitats i concentracions de nutrients elevades i tenir un impacte important sobre diferents tipus d'estructures hidràuliques.

Nematohelminths

Els nematohelminths són animals vermiformes (amb forma de cuc), amb el cos molt prim i allargat. En aigües continentals, es troben representats per dues classes: els nematodes i els nematomorfs (o gordiacis).

Els nematodes són molt abundants en els ecosistemes aquàtics, però es troben al límit de poder ser considerats dins del grup dels macroinvertebrats per la mida microscòpica, en algunes espècies fins a pocs mil·límetres de longitud, però no gaires micròmetres de diàmetre. El cos dels adults és de color blanc o gairebé transparent. La majoria d'espècies tenen una fase larvària que parasita altres invertebrats com sangoneres, mol·luscs o dípters, mentre que la fase adulta és de vida lliure a l'aigua.

Els nematomorfs tenen igualment una fase adulta de vida lliure i una larvària paràsita d'insectes aquàtics, com les frigànies o les libèl·lules, o bé aeris, com els

Sangonera glossifònid de l'espècie *Helobdella stagnalis*. [Dibuix: Toni Llobet]Nematomorf de l'espècie *Gordius aquaticus*. [Foto: David Vilasís]

escarabats o els grills. Els adults tenen una coloració groguenca o bruna i són força més grans que els nematodes: poden fer més de deu centímetres de longitud i al voltant d'un mil·límetre de diàmetre. Sovint es troben entrellaçats tot fent un garbuix: d'aquí la denominació popular de cabells de núvia. Una de les espècies més comunes és *Gordius aquaticus*.

Hidràcars

Els hidràcars o àcars aquàtics constitueixen un grup artificial format per espècies pertanyents a vint-i-sis famílies diferents d'àcars no directament relacionades entre elles. La forma del cos és típicament arrodonida amb dos ulls prominents i tenen quatre parells de potes, com la resta dels aràcnids. Presenten una gran diversitat de coloracions i dibuixos. Poden ser blancs, marrons, verds, ataronjats o d'un vermell intens. La majoria són depredadors de petits invertebrats, però algunes espècies són paràsits de macroinvertebrats més grans o de peixos. Els seus moviments lents i la

coloració cridanera d'algunes espècies podria semblar un gran inconvenient per a la seva supervivència davant la gran multitud de depredadors potencials, sobretot els voraçs peixos. Per contra, sembla que el seu cos endurit i el moviment neguitós de les seves potes no resulta gens apetitós i són sempre alliberats pels peixos que els engoleixen.



Àcar del grup dels hidràcars. [Dibuix: Toni Llobet]



/ II. Els macroinvertebrats, indicadors de l'estat ecològic de les aigües continentals



4. INDICADORS DE L'ESTAT ECOLÒGIC DELS CURSOS FLUVIALS

Jesús Ortiz i Marc Ordeix

Al nostre país hi ha macroinvertebrats aquàtics molt sensibles, que per diverses causes estan en perill d'extinció. Aquest és el cas del cranc de riu ibèric (*Austropotamobius pallipes*) —també conegut com a cranc del país—: ha passat de ser estès per tot arreu fins a la dècada de 1970 a haver desaparegut pràcticament del tot, a banda de la contaminació de molts rius i rieres, per causa d'una greu malaltia fúngica (afanomicosi) portada per espècies de cranc importades i invasores. Només resisteixen poblacions de cranc, molt fràgils i escasses, en alguns torrents pristins de la muntanya mitjana, i estan en retrocés.

També destaca el cas de la nàiade auriculada (*Margaritifera auricularia*), al límit de l'extinció, un gran bivalve propi dels grans rius europeus actualment restringit a Catalunya només a alguns trams del curs principal de l'Ebre. Això es deu, entre d'altres causes, a la manca de connectivitat ecològica als cursos fluvials: com les altres nàiades, a part d'una certa qualitat de l'aigua, requereix peixos perquè traslladin aigua amunt les seves larves (gloquidis); les larves s'adhereixen a les brànquies d'espècies com l'esturió (*Acipenser sturio*) i la bavosa de riu o barb caní (*Salvia fluvialis*), el primer pràcticament extingit al nostre país i el segon amb grans dificultats per poder superar les nombroses preses i rescloses, la majoria de les quals encara no disposen dels imprescindibles dispositius de pas per a peixos.

Així, doncs, hi ha espècies d'invertebrats aquàtics que per si soles ja ens indiquen aspectes essencials de l'estat ecològic d'un riu o un tram fluvial, sigui una qualitat biològica de l'aigua deficient, la presència d'espècies foranes o una mala connectivitat fluvial. Això no obstant,

la mesura fina de l'estat ecològic dels cursos fluvials requereix el càlcul d'uns índexs que avaluin i integrin la qualitat global de l'ecosistema aquàtic.

L'estat ecològic és un concepte administratiu que recull altres idees anteriors pròpies de la literatura científica, com els de salut de l'ecosistema o la integritat ecològica, per exemple. La definició d'estat ecològic té en compte la naturalesa fisicoquímica de l'aigua i els sediments, les característiques del flux de l'aigua i l'estructura física de la massa d'aigua, però se centra en la condició dels elements biològics de l'ecosistema.

Determinar l'estat ecològic és un dels elements clau de la *Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE)*, aprovada pel Parlament Europeu pel setembre de 2000 i pel Consell el 23 d'octubre de 2000 (*DOCE 22/12/2000*), que impulsa el seguiment regular de l'estat ecològic amb l'objectiu d'assolir un estat bo o molt bo a la majoria de les masses d'aigua de la Unió Europea abans de finals de 2015. Per tant, és essencial per adequar la gestió de l'aigua als requeriments del segle XXI.

La valoració de l'estat ecològic és relativament complexa; són necessaris equips de persones de diverses disciplines per fer-ho correctament. Hi destaca el concepte de *bioindicador* o indicador biològic, introduït uns quants decennis enrere, i la generalització del seu ús associat a la gestió de les masses d'aigua. Ha suposat una revolució en la gestió de l'aigua: per primera vegada la legislació obliga els Estats europeus a establir uns programes de mesura i seguiment de la qualitat biològica dels seus ecosistemes aquàtics, on l'estudi dels macroinvertebrats té un paper molt destacat.

El bon estat ecològic serà aquell en què les comunitats biològiques siguin iguals o molt properes a les que es trobarien en condicions inalterades (estat de referència). Igualment, les condicions fisicoquímiques i hidromorfològiques han de permetre el desenvolupament correcte d'aquestes comunitats.

Taula 3. Avantatges i inconvenients de la utilització de macroinvertebrats aquàtics en els monitoratges biològics (Modificat de Resh [et al.],1996 i Ortiz i Merseburger, 2009)

Avantatges	Inconvenients
La seva ubiqüitat permet que es trobin afectats per un gran nombre d'alteracions a la majoria d'ecosistemes aquàtics i hàbitats.	La seva distribució i abundància pot estar influenciada per factors diferents a la qualitat de l'aigua.
La seva elevada diversitat ofereix un espectre ampli de respostes a les alteracions del medi.	La resolució taxonòmica utilitzada per fer els monitoratges encara té detractors.
La mobilitat limitada de molts grups permet una anàlisi espacial efectiva.	El comportament de deriva d'algunes espècies pot induir resultats ambigus.
Els seus cicles vitals relativament llargs permeten un monitoratge continu i anàlisis a llarg termini.	La variabilitat temporal pot complicar les interpretacions i les comparacions.
El mostreig qualitatiu requereix un equipament senzill i econòmic.	El mostreig quantitatiu requereix un gran esforç.
La taxonomia de molts grups és ben coneguda i existeixen diverses claus d'identificació.	Alguns grups són taxonòmicament molt complexos.
Han estat desenvolupats un gran nombre de mètodes d'anàlisi.	La multiplicitat de mètodes existents pot indicar que molts no són satisfactoris.
S'han establert respostes específiques per a determinats factors d'estress.	La importància dels tàxons rars encara es troba en discussió.
S'han desenvolupat mesures bioquímiques i fisiològiques de determinats tàxons a certes pertorbacions.	No són sensibles a algunes pertorbacions, com alguns patògens humans i traces d'alguns contaminants.
Són útils per dur a terme estudis experimentals sobre pertorbacions.	

Els esforços realitzats per a la millora de la qualitat dels ecosistemes (com el sanejament o les actuacions de restauració ecològica de lleres i riberes fluvials) o les accions en sentit contrari (sanejament incomplet, canalitzacions, extraccions d'àrids, etc.) s'han de valorar atenent sobretot la comunitat d'organismes aquàtics, com els macroinvertebrats, però també incloent-hi altres

components de l'ecosistema, com l'estat de la vegetació de ribera, per exemple.

Els organismes tenen una certa tolerància a les diferents condicions del medi aquàtic i a través seu es poden qualificar les masses d'aigua per graus de qualitat. L'estudi de la totalitat de l'ecosistema és molt complex i, per això, els estudis acostumen a limitar-se a algun grup



d'organismes o de paràmetres biològics. En funció de l'objectiu d'avaluació de la qualitat d'una massa d'aigua, s'escull un bioindicador determinat i es dissenya una metodologia concreta de mostreig.

L'elecció del grup indicador condiciona molts aspectes: des de la metodologia fins a la rellevància dels resultats; els avantatges i els desavantatges varien segons el tipus de bioindicador. Les anàlisis amb base biològica que es poden proposar són les següents (Bonada [et al.], 2006; Ortiz i Merseburger, 2009):

1. Nivell d'ecosistema
 - a. Producció secundària
 - b. Degradació de fullaraca
2. Nivell de comunitat
 - a. Aproximació multimètrica
 - b. Aproximació multivariant
 - c. Grups tròfics funcionals
 - d. Tractats biològics
3. Nivell de població
 - a. Asimetria fluctuant, deformacions i pautes de pigmentació
4. Nivell d'organisme
 - a. Bioassaigs
5. Nivell molecular
 - a. Biomarcadors
6. Nivell elemental
 - a. Estequiometria ecològica
 - b. Isòtops estables

Els índexs biòtics, que s'empren de manera habitual a molts estudis de camp, aprofiten la sensibilitat o la tolerància a la contaminació d'alguns organismes vius, ja siguin com a espècies individuals o com a grups, per assignar un valor de qualitat al sector estudiat. Un dels grups més emprats al llarg de la història han estat i són els macroinvertebrats aquàtics (invertebrats de més de mig mm de grandària), per la seva relativa poca complexitat



Predeterminació d'una mostra de macroinvertebrats aquàtics al camp. Riera de Molinàs (Colera, l'Alt Empordà). Febrer de 2009. [Foto: Núria Sellarès-CERM]



Detall de la predeterminació d'una mostra de macroinvertebrats aquàtics al camp. S'hi observa un plecòpter de la família Perlidae (al davant i més gros) i un efemeròpter de la família Heptageniidae (al darrere i més petit). Riu Gréixer a Bagà, maig de 2009. [Foto: Laia Jiménez-CERM]

taxonòmica i la facilitat de recollida (nivell taxonòmic, comunitats de referència, nous mètodes, etc.).

Entre molts dels organismes presents al medi aquàtic, els macroinvertebrats aquàtics reuneixen la majoria de les qualitats del perfil del bioindicador ecològic ideal: que sigui d'identificació taxonòmica fàcil i de mostreig també relativament fàcil, de distribució àmplia, que n'existeixi una bona informació autoecològica, que sigui sedentari i abundant, de vida llarga, de grandària prou gran, que sigui possible criar-lo al laboratori, que sigui poc variable genèticament i que el seu paper a la comunitat sigui poc variable (que ocupi sempre el mateix nivell tròfic). Ofereixen diversos avantatges respecte d'altres grups d'organismes fluvials, com els peixos o les algues (fitobentos, especialment les diatomees bentòniques). Per exemple, la longevitat dels macroinvertebrats aquàtics permet integrar millor que cap altre grup la qualitat fisicoquímica que ha tingut l'aigua fins a unes quantes setmanes o mesos enrere. La ubiqüitat també permet aplicar un mateix índex biòtic a tota una regió.

Els macroinvertebrats aquàtics es fan servir àmpliament com a indicadors de qualitat de l'aigua en ecosistemes fluvials de tot el món, perquè en depenen d'una manera molt directa. L'anàlisi de la presència i l'abundància de cada família —o altre nivell de determinació taxonòmica requerit— ens dona una informació de gran rellevància a l'hora de determinar la qualitat biològica de l'ecosistema fluvial, gràcies a la resposta dels macroinvertebrats aquàtics a possibles pertorbacions.

Malgrat tot, també cal tenir en compte alguns inconvenients, com ara el fet que els macroinvertebrats poden ser afectats per les riades o la sequera, factors d'estrès ambiental que poden tenir un origen natural, no relacionats amb la contaminació. Així mateix, el seu estudi requereix sempre personal especialitzat i amb una certa experiència, per no cometre errades importants

en el mètode de mostreig ni tampoc en la determinació taxonòmica de la mostra obtinguda.

S'han desenvolupat molts índexs biòtics basats en els macroinvertebrats aquàtics per valorar la qualitat de l'aigua, tot i que la gran majoria han estat dissenyats normalment per valorar la contaminació orgànica. Les dades en què es fonamenten aquests índexs solen ser qualitatives (presència o absència) o quantitatives (abundància relativa o densitat absoluta). Aquesta mateixa diferenciació permet agrupar-los en índexs de contaminació i índexs relacionats amb l'estructura de la comunitat (els índexs tròfics, taxonòmics, de diversitat i comparatius).

Els índexs biòtics basats en els macroinvertebrats aquàtics es comporten com a bons instruments de control dels ecosistemes aquàtics, complementant i millorant la informació dels paràmetres fisicoquímics clàssics. En relació als paràmetres fisicoquímics, els índexs biològics són bons integradors perquè indiquen la qualitat de l'aigua en un període de temps extens (la presència d'un organisme indicador assegura una qualitat de l'aigua relativa durant almenys el temps del seu cicle vital), però presenten com a limitació el fet de no identificar agents contaminants concrets.

Hi ha diversos índexs biològics basats en els macroinvertebrats aquàtics. A la Península Ibèrica i, concretament, a Catalunya els més emprats són l'IBMWP (Alba-Tercedor i Sánchez-Ortega, 1988; Alba-Tercedor *[et al.]*, 2002), el BMWPC (Benito i Puig, 1999), l'FBILL (Prat *[et al.]*, 2002), l'EPT (nombre de famílies pertanyents als ordres Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera; Lenat, 1983; Barbour *[et al.]*, 1999) i l'IASPT (Alba-Tercedor i Sánchez-Ortega, 1988; Alba-Tercedor *[et al.]*, 2002).

Essencialment, els índexs de macroinvertebrats aquàtics s'obtenen a partir d'un mostreig semiquantitatiu multi-hàbitat en un tram de 100 metres de longitud per mitjà d'un salabre triangular de 30 centímetres de costat i 250 µm de



diàmetre de porus (índexs IBMWP, BMWPC i IASPT). Els macroinvertebrats són conservats habitualment en alcohol al 70% i determinats al laboratori —amb l'ajut d'una lupa binocular— fins com a mínim a nivell de família.

El nombre de famílies de macroinvertebrats aquàtics no es pot considerar cap índex per si mateix, però ens dóna una informació molt rellevant a l'hora de determinar l'estat ecològic d'un ecosistema fluvial: dins d'una mateixa regió bioclimàtica existeix una correlació directa entre qualitat de l'aigua i la riquesa taxonòmica.

L'índex IBMWP (Iberian Biological Monitoring Working Party), revisat i actualitzat periòdicament, és avui dia l'índex basat en macroinvertebrats aquàtics més acceptat i utilitzat àmpliament a la Península Ibèrica, per exemple, tant per l'Agència Catalana de l'Aigua com

per la Confederación Hidrográfica del Ebro. Posseeix una aplicabilitat àmplia, però se'n recomana la utilització conjunta amb altres índexs per tal de corroborar resultats i aportar informació addicional, que pot ser molt valuosa. Per tal de calcular aquest índex biòtic, es fa un mostreig multihàbitat de tipus integrat intentant de capturar la màxima biodiversitat de macroinvertebrats. Assigna una puntuació a cada família de macroinvertebrats en funció de la seva tolerància a la contaminació, que oscil·la entre 1 (la més tolerant) i 10 (la més sensible).

L'índex es calcula a partir de la suma de totes les puntuacions de les famílies presents a la mostra, de manera que tant hi contribueix la riquesa taxonòmica com el grau de tolerància a la contaminació de cada macroinvertebrat. Permet diferenciar diferents tipologies de rius. Per exemple, un riu de muntanya humida calcària, per tenir un nivell de qualitat molt bona, ha de tenir un IBMWP de 140, mentre que a un de muntanya mediterrània també calcària per al mateix rang se li demana un valor de 120. Vegeu, a tall d'exemple, els valors d'aquest índex obtinguts als cursos fluvials d'Osona i de la Costa Brava.

L'índex BMWPC té el mateix origen i es calcula de la mateixa manera que l'índex IBMWP; les puntuacions



Mostreig de macroinvertebrats aquàtics al riu Ter a Manlleu. Novembre de 2009. [Foto: Marx Ordeix-CERM]



Laboratori del Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis - Museu Industrial del Ter. [Foto: Marx Ordeix-CERM]

de tolerància de les famílies de macroinvertebrats hi han estat adaptades per als rius catalans. Els resultats obtinguts solen ser relativament similars als de l'índex IBMWP. Es tracta d'un índex menys restrictiu que l'IBMWP i, per tant, sovint pren classes de qualitat més elevades.

L'índex FBILL (Famílies de macroinvertebrats del Besòs i el Llobregat) dóna prioritat a la presència de taxons sensibles i deixa en segon terme la riquesa taxonòmica. En general, també és aplicable a tots els rius de Catalunya. El càlcul és una mica més complex, però requereix una mica menys de pràctica que altres índexs i els resultats són més clars perquè es mouen en una escala d'1 a 10. L'índex FBILL presenta l'inconvenient que ha estat dissenyat per a rius amb velocitats de l'aigua relativament elevades. Això fa minvar el valor de l'índex en molts casos —quan el cabal és baix— cap a classes de qualitat inferiors a les que possiblement li correspondrien. Vegeu també els valors d'aquest índex obtinguts als cursos fluvials d'Osona i de la Costa Brava (capítol 5).

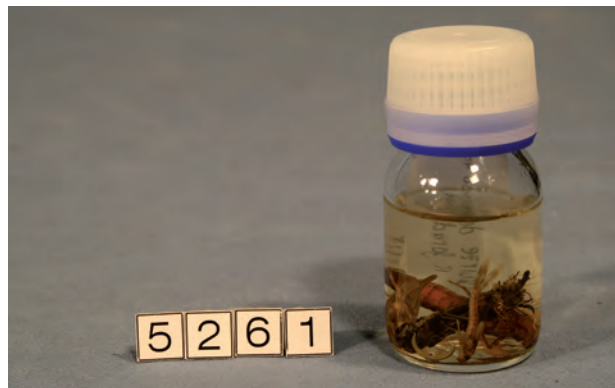


Lupa i mostra durant el procés de classificació dels macroinvertebrats aquàtics. [Foto: Marx Ordeix-CERM]

L'IASPT és un índex derivat de l'IBMWP, que es calcula dividint la puntuació d'aquest darrer pel nombre total de famílies presents a la mostra. Aquest índex, de caire complementari, permet saber si en el càlcul del valor de l'índex IBMWP ha tingut més importància la presència de famílies sensibles a la contaminació (puntuacions IASPT elevades) o bé la riquesa taxonòmica (puntuacions IASPT més moderades).

Progressivament, va agafant força una altra generació d'índexs: multimètrics per als rius mediterranis IMMI-L (dades qualitatives) i IMMI-T (dades quantitatives) i l'índex multivariant MEDPACS (Mediterranean Prediction And Classification System) (Prat [et al.], 2008).

Una estandardització dels sistemes d'avaluació de la qualitat de l'aigua fluvial per mitjà dels macroinvertebrats aquàtics es pot consultar al protocol *BIORI* de l'Agència Catalana de l'Aigua (Munné [et al.], 2006b, disponible a <www.gencat.cat/aca>). Es pot consultar informació addicional sobre índexs biòtics i altres sistemes complementaris d'avaluació de l'estat ecològic de cursos fluvials a Prat [et al.] (2008).



Mostra de macroinvertebrats aquàtics un cop classificada, que forma part de la col·lecció de ciències naturals del Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis - Museu Industrial del Ter. [Foto: Arnau Oliver-CERM]



5. METODOLOGIES D'ÚS DELS MACROINVERTEBRATS AQUÀTICS EN LA DETERMINACIÓ DE L'ESTAT ECOLÒGIC DELS CURSOS FLUVIALS, ZONES HUMIDES, BASSES I ESTANYS

Antoni Munné

Els elements per a l'anàlisi de la qualitat i la diagnosi ambiental han anat evolucionant per augmentar la seva eficiència. A Catalunya, en alguns casos des de l'administració, i en altres casos des de diversos centres de recerca i/o entitats locals, s'ha passat progressivament de l'ús de determinats paràmetres fisicoquímics a l'ús d'indicadors biològics que mesuren la qualitat del medi de manera integral. Les variables fisicoquímiques, àmpliament usades pels gestors de l'aigua per valorar-ne la qualitat, donen una informació concreta que ajuda a interpretar la qualitat de l'aigua, però d'una banda, poden emascarar importants fluctuacions o canvis en períodes curts de temps i, d'altra banda, informen tan sols de les variables analitzades en el període de mostreig concret, mentre que els organismes o comunitats biològiques presents al medi analitzat tenen cicles biològics més o menys llargs, i la seva presència demostra la continuïtat d'unes condicions ambientals determinades que s'haurien mantingut al llarg del temps, com a mínim el temps del seu cycle biològic.

D'altra banda, l'ús d'organismes aquàtics per determinar la qualitat de l'aigua integra, alhora, els efectes d'un conjunt de contaminants i alteracions existents en un determinat sistema i les seves possibles sinergies. Les comunitats biològiques trobades al medi analitzat, junt amb el coneixement de les condicions mínimes que cada una pot suportar, i la comparació amb les comunitats existents en estat natural o sense pertorbar (condicions de referència), aporten informació sobre la qualitat del sistema i el seu grau d'alteració, integrant les diverses

possibles alteracions de manera molt més eficient que els indicadors i paràmetres de caràcter exclusivament fisicoquímic.

Actualment, els sistemes de control biològic de la qualitat de l'aigua emprats a diversos països busquen minimitzar la diferència entre l'esforç a realitzar i la qualitat dels resultats, per disminuir el temps d'obtenció i processat de les mostres. Per aquesta raó, les metodologies i els protocols de monitoratge ràpid estan adquirint cada vegada més importància en els programes de control dels sistemes aquàtics a diversos països d'arreu del món. L'ús de diferents grups d'organismes i indicadors biològics permet també obtenir uns resultats molt més fiables i una millor interpretació. Per aquesta raó, la *Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE)* proposa l'anàlisi conjunta dels macroinvertebrats, les comunitats fitobentòniques i els peixos usant, en cada un, diverses mètriques o índexs que permetin detectar un ampli ventall de pressions o alteracions al medi.



Procés de determinació del cabal pel mètode velocitat-àrea a la riera de Rubiés (Port de la Selva, l'Alt Empordà). Maig de 2007. [Foto: Jesús Ortiz-CERM]

La combinació de mètriques i dels diferents indicadors de qualitat biològica de l'aigua, juntament amb l'anàlisi de la qualitat hidromorfològica i fisicoquímica, permet dissenyar el procediment per a la valoració de l'estat ecològic.

El concepte d'estat ecològic és introduït, doncs, pel text normatiu de la *Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE)* i sorgeix com a element clau de mesura per a l'anàlisi de la qualitat dels sistemes aquàtics i de la seva gestió, on s'integra la visió del seu estat a través de la valoració, mitjançant indicadors, de l'estructura i el funcionament dels ecosistemes. Les exigències de la *Directiva Marc de l'Aigua* preveuen un calendari amb diverses fites, entre les quals s'inclou un nou monitoratge de les masses d'aigua mitjançant l'ús d'indicadors capaços de determinar l'estat de l'estructura i el funcionament dels ecosistemes aquàtics (indicadors biològics, fisicoquímics i hidromorfològics), i l'ús d'aquesta diagnosi per detectar afeccions al medi, i la redacció d'un programa de mesures que permeti l'assoliment d'un bon estat ecològic (o molt bo en determinades masses d'aigua molt ben preservades) abans de finals de l'any 2015. El molt bon estat ecològic serà aquell en què les comunitats biològiques siguin iguals o molt properes a les que es trobarien en condicions inalterades (estat de referència), mentre que el bon estat ecològic serà aquell en què les comunitats

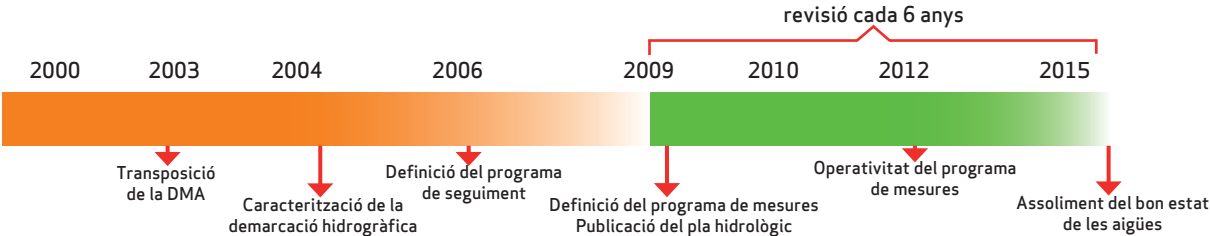
biològiques mostren lleugeres diferències sobre l'estat de referència, sempre mantenint una bona estructura i composició de l'ecosistema. Igualment, la *Directiva Marc de l'Aigua* requereix que les condicions fisicoquímiques i hidromorfològiques mesurades han de permetre el desenvolupament correcte d'aquestes comunitats, és a dir, com a mínim l'assoliment del bon estat.

La implementació d'aquesta *Directiva* exigeix als gestors ambientals que tinguin un coneixement bàsic dels espais fluvials i que es faci una avaluació regular de les diferents masses d'aigua seguint una metodologia correcta i estandarditzada. La classificació fixada per la *Directiva Marc de l'Aigua* es basa en cinc nivells de qualitat, representats amb cinc colors associats.

Nivells de qualitat segons la classificació de la *Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE)*

Classe de qualitat	Categoria
I	Molt bo
II	Bo
III	Moderat
IV	Dolent
V	Pèssim

Calendari previst per la *Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE)* a la Unió Europea





A Catalunya, l'avaluació de l'estat ecològic, i dels macroinvertebrats aquàtics en concret, es basa fonamentalment en la metodologia aplegada a diversos protocols de mostreig i aplicació de mètriques per avaluar l'estat ecològic de les aigües epicontinentals, editats per l'Agència Catalana de l'Aigua: BIORI per als rius, ECOZO per a les zones humides, ECOEM per als embassaments, ECOES per als estanys i HIDRI, de qualitat hidromorfològica (Munné [et al.], 2006). Aquests manuals es poden baixar en arxius amb format PDF de <www.gencat.cat/aca>, on també es poden consultar les dades de macroinvertebrats aquàtics emprats per determinar l'estat ecològic de les diferents masses d'aigua de Catalunya i el resultat de l'aplicació dels indicadors biològics.

També es pot consultar la metodologia del Grup Ecostrimed (Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona) (<www.ecostrimed.net>), que, pel que fa a macroinvertebrats aquàtics, coincideix en gran manera

amb la dedicada als rius als manuals ja descrits. Alhora, la base de dades de qualitat dels cursos fluvials de la Diputació de Barcelona (<www.ecobill.diba.cat/>) complementa, a l'àmbit administratiu de la província de Barcelona, la ja descrita de l'Agència Catalana de l'Aigua.

Actualment a Catalunya, l'Agència Catalana de l'Aigua ha iniciat nous Programes de Seguiment i Control, derivats de la implantació de la *Directiva Marc de l'Aigua*, amb els protocols per valorar la qualitat biològica de l'aigua (per exemple, el protocol BIORI) i avaluar la qualitat hidromorfològica dels rius. Aquests nous programes d'avaluació de la qualitat del medi usen la combinació d'índexs biològics basats en la comunitat de macroinvertebrats (l'índex IBMWP), la comunitat d'algues diatomees (l'índex IPS), i la comunitat piscícola amb l'ús de l'índex IBICAT. Tots aquests indicadors han estat provats en diferents cursos fluvials de Catalunya. També la qualitat hidromorfològica ha estat analitzada mitjançant l'aplicació i ajust d'índexs de qualitat basats en l'estructura del bosc de ribera, com és el cas de l'índex QBR, o en la seva composició florística, com és el cas de l'índex IVF.

Pel que fa als estanys, existeixen diversos estudis i treballs que ens acosten al coneixement de la dinàmica i funcionament dels ecosistemes lenítics catalans, com és el cas dels estanys càrstics. Tant els estanys alpins com els estanys càrstics de Catalunya són sistemes generalment oligotròfics, amb pocs nutrients, i això delimita molt l'abundància i composició del fitoplàncton que hi podem trobar (Ventura i Catalan, 2003). Llavors, més que definir quines espècies hi ha d'haver, que poden variar molt d'un lloc a un altre i al llarg de l'any en un mateix lloc, el que cal és definir bé quines són les comunitats que no s'hi han de trobar, utilitzant els indicadors adequats. Cal no tenir en compte les singularitats de cadascun dels estanys per separat i de manera individual, molt evident en el cas dels estanys càrstics on el fitoplàncton de cadascun



Mostra de macroinvertebrats aquàtics recollida al riu de Tor al Parc Natural de l'Alt Pirineu. S'hi observen diversos efemeròpters de la família dels heptagènids i del gènere *Ecdionurus*. Tardor de 2005. [Foto: Marc Ordeix - CERM]

és sovint singular (per exemple, *Ceratium cornutum* de l'estany petit de Basturs), sinó que es tracta d'establir un valor del seu estat ecològic de manera que sigui comparable amb els altres ecosistemes. Per aquesta raó, és important definir un indicador de qualitat apropiat. A Catalunya, l'Agència Catalana de l'Aigua, en conveni amb el Centre d'Estudis Avançats de Blanes (CSIC), ha elaborat el protocol ECOES, que permet avaluar l'estat ecològic als estanys alpins i als estanys càrstics de Catalunya. Pel que fa a les zones humides, existeix relativament poca informació sobre l'aplicació d'índexs biològics en aiguamolls i llacunes. Tota és molt recent i sovint està limitada a àmbits geogràfics que tenen poc a veure amb la climatologia mediterrània. A Catalunya són escassos els estudis encaminats a avaluar la qualitat de l'aigua en aiguamolls (per exemple Bach [et al.], 1998) i encara més els que proposen algun sistema de monitoratge de la qualitat de l'aigua a partir d'organismes aquàtics (Moreno-Amich [et al.], 1999). De totes maneres, l'Agència Catalana de l'Aigua, juntament amb la Universitat de Girona, i actualment en col·laboració també amb la Universitat de Barcelona i l'IRTA de Sant Carles de la Ràpita, està concretant i elaborant indicadors d'estat ecològic a les zones humides de Catalunya (protocol ECOZO).

Pel que fa als embassaments, l'Agència Catalana de l'Aigua, en conveni amb la Universitat de Barcelona i la Universitat de Girona, ha analitzat 21 masses d'aigua (embassaments) per tal d'establir els mecanismes i els protocols per a l'anàlisi integral del potencial ecològic i diagnosticar-ne l'estat de salut (protocol ECOEM). Dels estudis es conclou que l'anàlisi de la clorofil·la, juntament amb la presència i abundància o densitat de carpes (*Cyprinus carpio*), són els elements biològics clau per determinar la qualitat del sistema, juntament amb la mesura de la terbolesa de l'aigua, la concentració d'oxigen d'hipolímnion, i la concentració de fòsfor total

a l'embassament. La presència d'espècies exòtiques introduïdes als embassaments condiciona cada cop més la qualitat del sistema, ja que aquestes espècies alteren la cadena tròfica, varien les relacions entre depredadors i preses, el zooplàncton i el fitoplàncton, i provoquen en determinats casos floracions d'algues cianofícies, que poden produir substàncies tòxiques.



El catedràtic d'ecologia de la Universitat de Barcelona, Narcís Prat, impartint una sessió pràctica d'estandardització dels mostreigs d'estat ecològic per a empreses i entitats col·laboradores de l'Agència Catalana de l'Aigua, a la Tordera a Santa Maria de Palautordera (Vallès Oriental), el Montseny, per l'abril de 2007. [Foto: Marc Ordeix - CERM]



6. CASOS D'ESTUDI: OSONA I LA COSTA BRAVA

Marc Ordeix i Jesús Ortiz

Els seguiments i les avaluacions de l'estat ecològic dels cursos fluvials portats a terme pel Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis-Museu Industrial del Ter es basen en la metodologia dissenyada pel grup FEM (Freshwater Ecology and Management) del Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona, adaptada a partir de l'any 2006 per l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA). Així, doncs, es fonamenten principalment en l'aplicació dels protocols d'avaluació de la qualitat hidromorfològica dels rius HIDRI (Munné [et al.], 2006a), editats per l'ACA, i els d'avaluació de la qualitat biològica dels rius BIORI (Munné [et al.], 2006b) i de les zones humides ECOZO (Munné [et al.], 2006c), segons s'escaigui, editats per la mateixa ACA. En ocasions, paral·lelament, també s'analitzen diversos paràmetres fisicoquímics de l'aigua i/o el sediment, i la comunitat de peixos.

El Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis-Museu Industrial del Ter fa un seguiment regular de l'estat ecològic dels cursos fluvials de la comarca d'Osona des de l'any 2002. Entre els anys 2003 i 2008 ha portat a terme l'avaluació de l'estat ecològic de la riera de Tossa de Mar (la Selva), des del 2006 fa la de la riera de Rubiés, al Port de la Selva (l'Alt Empordà), des del 2008, la de la riera de Molinàs, a Colera (l'Alt Empordà) i des del 2009, la de la riera de Llançà (l'Alt Empordà). Des de l'any 2007 també efectua nombroses determinacions de qualitat ecològica a partir dels macroinvertebrats aquàtics a les conques de l'Alt Ter, el Llobregat (Cardener, etc.), el Besòs i el Camp de Tarragona (conques del Gaià, Francolí, etc.), a part d'estudis puntuals d'altres localitats.

L'avaluació regular de l'estat dels cursos fluvials d'Osona es va originar a proposta de Narcís Prat, ca-

tadràtic del Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona, amb patrocini de l'Àrea de Medi Ambient de la Diputació de Barcelona, i va suposar la integració del Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis-Museu Industrial del Ter a la Xarxa Ecostrimed, xarxa de recerca composta per entitats i persones que treballen en l'avaluació de l'estat ecològic de rius. També es va iniciar a sol·licitud de diversos ajuntaments de la comarca d'Osona (Vic, Manlleu i els inclosos dins del Pla Estratègic de la Vall del Ges, Orís i el Bisaura). A partir de l'any 2006, el nombre de punts de seguiment es va ampliar amb un encàrrec complementari de l'Àrea de Medi Ambient del Consell Comarcal d'Osona davant la necessitat de disposar d'informació regular riu avall de les estacions depuradores d'aigües residuals de la comarca. L'any 2008, l'Àrea de Medi Ambient de l'Ajuntament de Vic va afegir-hi nous punts de seguiment.

L'avaluació regular de la qualitat de rieres de la Costa Brava es va iniciar l'any 2003 a proposta del Consorci de la Costa Brava arran de la impulsió de projectes d'aportació d'aigua regenerada a diverses rieres i l'interès de conèixer-ne l'estat ecològic. Entre els anys 2003 i 2008, des del Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis-Museu Industrial del Ter es va fer l'avaluació de l'estat ecològic de la riera de Tossa de Mar (la Selva). A proposta del Consorci de la Costa Brava i amb el suport de l'Ajuntament de Tossa de Mar, es van impulsar un conjunt d'estudis complementaris per avaluar els efectes de la infiltració d'aigua regenerada sobre l'ecosistema fluvial de la riera de Tossa, on van col·laborar l'empresa SOREA, el Departament de Microbiologia de la Universitat de Barcelona, el Departament de Química Fina de la Universitat de Girona i el mateix Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis.

Posteriorment, l'any 2006 es va iniciar el seguiment regular de la riera de Rubiés, al Port de la Selva (l'Alt

Empordà), l'any 2008 el de la riera de Molinàs a Colera (l'Alt Empordà) i l'any 2009 el de la riera de Llançà (l'Alt Empordà).

Des de l'any 2007 l'Agència Catalana de l'Aigua també ha encarregat al Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis (CERM) l'avaluació de la qualitat biològica de l'aigua —fent servir els macroinvertebrats aquàtics, entre d'altres anàlisis biològiques— a les conques de l'Alt Ter i el Llobregat. A proposta de MN, Consultors en Ciències de la Conservació, des del 2006 el CERM també en fa al Camp de Tarragona; a proposta d'Aprèn, Serveis Ambientals, des del 2007 a la conca del Besòs; i a proposta de Pere Garet, des del 2007 al torrent i al pantà de Garet de Lluçà (conca del Llobregat).

A continuació, i a tall d'exemple de l'ús dels macroinvertebrats aquàtics com a bioindicadors, s'exposa informació sobre l'estat ecològic de rius, rieres i torrents de les dues àrees geogràfiques on el CERM treballa, ara com ara, amb una major intensitat i regularitat: la comarca d'Osona i la Costa Brava.

Els cursos fluvials de la comarca d'Osona

Els cursos fluvials osonencs presenten, en conjunt, un caràcter regular i porten aigua pràcticament tot l'any, amb màxims de cabal a la primavera i a la tardor, i períodes curts de poca aigua a ple hivern i, sobretot, a l'estiu.

La majoria de cursos fluvials pertanyen a la conca del Ter; hi corresponen el Gurri i el Mèder, el Sorreigs, el Ges i el Fornès, la riera de la Gorga, la riera de Rupit i la Riera Major. Ara bé, l'extrem sud de la plana de Vic i el sud-oest del Montseny pertoquen a la conca del Besòs, a través del riu Congost. El Lluçanès i el Moianès cauen principalment a la conca del Llobregat, on destaquen les rieres Gavarresa, Lluçanesa i de Merlès.

El riu Ter recorre una llargada de 208 quilòmetres: des d'Ulldeter (Ripollès) fins a la platja de la Pletera, entre l'Estartit i Pals (Baix Empordà). El curs principal salva un desnivell de 2.913 metres i drena una conca de 3.010 quilòmetres quadrats. Pel fet de néixer al Pirineu, però rebre una influència forta de les rieres de les planes, a la part baixa, presenta crescudes tant a la primavera, a l'època del desglaç, com a la tardor, coincidint amb les pluges estacionals. El Ter entra a la Plana de Vic obrint-se pas entre els contraforts de Bellmunt i els turons d'Orís. Forma una sèrie de meandres característics, amb la riba planera a la part convexa i amb roques tallades verticalment a l'altra banda. Entre Sant Hipòlit i Manlleu, canvia la direcció nord-sud, que portava des de l'origen, i pren decididament la direcció est-oest, per penetrar, després de Roda de Ter, entre els espadats de les Guilleries, ara convertit en una sèrie de pantans. En aquest curs mitjà-alt, el pendent és poc pronunciat, un 2,7% de mitjana (entre l'1,5% i el 4%) i l'aigua transcorre relativament tranquil·la, entre 50 i 20 centímetres per segon.

A Roda de Ter, l'aportació anual és d'uns 45 hectòmetres cúbics, però varia fortament segons els sectors; sol anul·lar-se bruscament per sota de les nombroses rescloses existents. El cabal mitjà del riu Ter a Roda volta els 16m³/s, tot i que hi ha una gran variabilitat interanual: anys extremament humits (33m³/s el 1976-1977) i anys extremament eixuts (4m³/s el 1999-2000; dades l'Agència Catalana de l'Aigua corresponents a l'Estació d'Aforament de Roda de Ter entre els anys 1927 i 2006). El mes més cabalós és el maig i el més eixut, l'agost.

Al sud de la Plana de Vic, els cursos fluvials conflueixen en bona part en una sola conca, la del riu Gurri. El cabal del Gurri a la desembocadura, a les Masies de Roda, augmentat, alguns mesos de l'any, fins al doble o més del seu cabal mitjà pels abocaments d'aigües ja usades a Vic,



procedents de captacions del Ges i del Ter, volta el 10% del que circula habitualment pel Ter.

A la meitat nord de la Plana hi ha altres rius i rieres notables. La riera de Sorreigs, curta i abrupta, que conforma un seguit de gorgs feréstecs; comença a Sant Boi de Lluçanès i desemboca al Ter a les Masies de Voltregà. El Ges, que havent nascut a la serra de Santa Magdalena de Cambrils, a Vidrà, travessa la serra de Bellmunt, surt per Forat Micó i, per l'esquerra, recull el riu Fornès a Sant Pere de Torelló; finalment, desguassa al Ter havent passat Torelló. La riera de la Gorga, que veu la primera llum al peu dels cingles d'Aiats, s'engorga sota Cantonigròs, amb racons magnífics com la Foradada i la Barra de Ferro, i desguassa al Ter davant de Sant Pere de Casserres, on se li ajunta la riera de Sant Martí i el torrent de les Paganes.

Al vessant nord del Montseny i a les Guílleries, destaca la conca de la Riera Major, amb afluents relativament cabalosos que circulen majorment de sud a nord, amb un cert pendent i aigües poc mineralitzades, fredes i cristal·lines.

La conca del riu Llobregat és només osonenca (o lluçanesa) en un extrem. El Lluçanès drena cap al Llobregat a través de les rieres Gavarresa, que comença a Alpens, i Lluçanesa, molt més curta, que ve del mateix municipi. Al límit occidental d'aquesta àrea transcorre la cabalosa riera de Merlès. Aquestes rieres són força regulars, amb minves estivals petites i un cabal moderat.

El Besòs, un riu típicament mediterrani, té fluctuacions fortes, gairebé sec a l'estiu i més cabalós a la tardor i a la primavera. Dels 1.038 quilòmetres quadrats de superfície, la majoria recullen les aigües del Vallès i una mínima part d'Osona: la capçalera del Congost, que n'és el curs principal. El Congost neix als Hostalets de Balenyà, a prop de Sant Miquel de Vilageliu, però, a causa de les extraccions de la seva llera, comença pràcticament periurbà,

a l'abocament de l'Estació Depuradora d'Aigües Residuals de Centelles. Encaixat profundament al muntanyam, la seva situació millora amb la incorporació de les rieres de Martinet, l'Avencó i la Llubina, a Aiguafreda (Vallès Oriental), que disposen d'una bona qualitat ecològica, procedents del Pla de la Calma i vessants ben forestats i feréstecs del Montseny.

A l'àmbit concret de la comarca d'Osona, l'any 2002 s'avaluava l'estat ecològic de 22 punts de les diverses conques fluvials. L'any 2009 s'ha arribat a fer el mostreig d'un total de 48 punts.

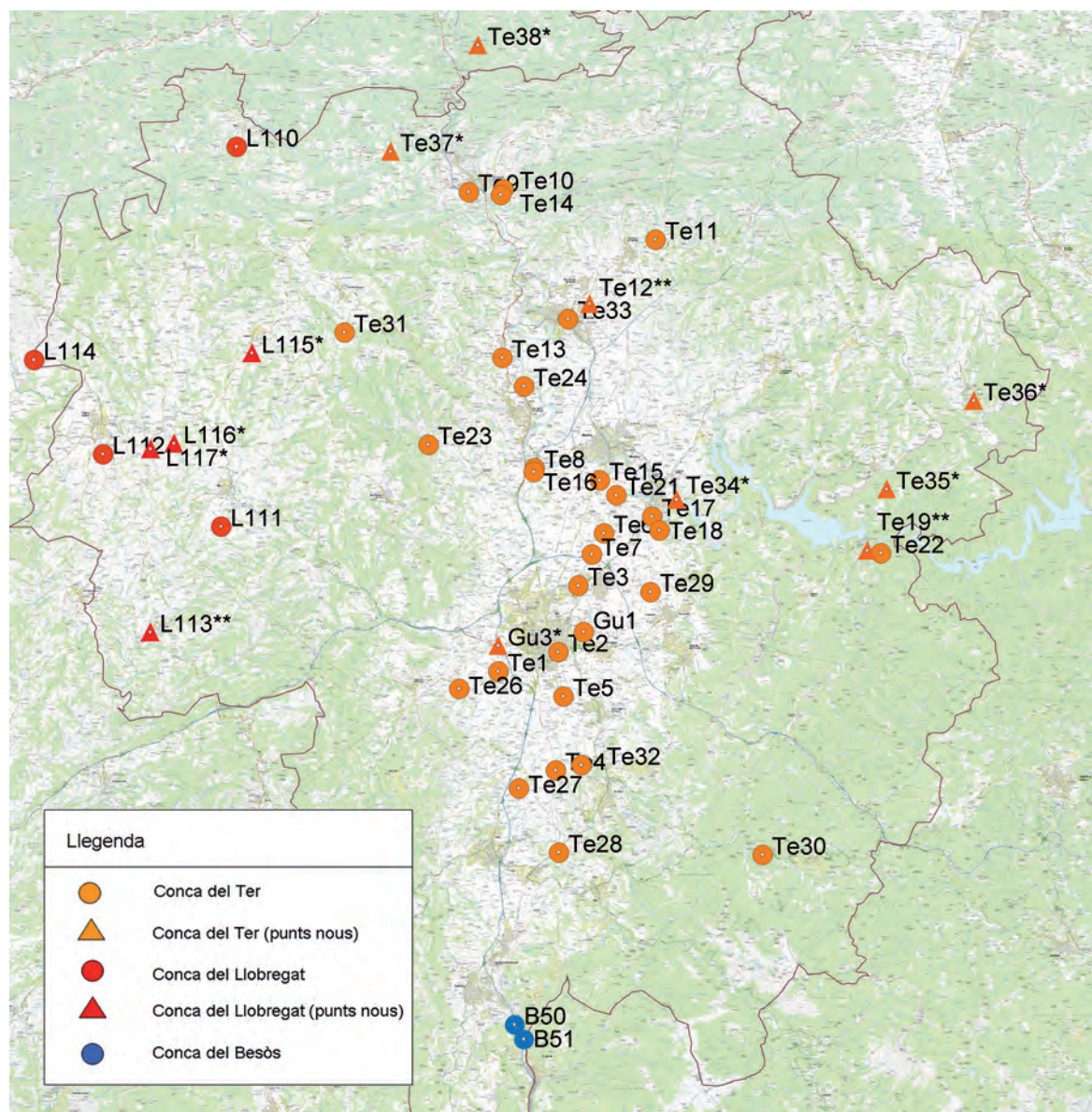
A grans trets, la comarca d'Osona es troba dominada per activitats agràries i industrials i, tot i que hi ha àrees prou densament poblades, també n'hi ha d'altres on la influència humana és mínima i es localitzen els punts o trams de referència, que cal conservar i procurar d'entendre a la resta del territori.

A cada punt escollit per a aquesta mena d'estudis, es fa un mostreig de macroinvertebrats aquàtics a la primavera, entre els mesos d'abril i juny, quan la biodiversitat als ecosistemes fluvials tendeix a ser màxima, i un altre a l'estiu, pel juliol, quan les condicions climàtiques acostumen a ser més extremes i s'accentuen els impactes d'origen antropogènic. I es comparen les dades de cada any amb les d'anys anteriors. D'aquesta manera es fa una aproximació a la variabilitat típica del riu mediterrani (Gasith i Resh, 1999): estacional (primavera i estiu del mateix any) i interanual.

A la comarca d'Osona s'ha anat mesurant la riquesa taxonòmica de famílies de macroinvertebrats (S) i alguns dels índexs biològics per avaluar l'estat ecològic dels rius: IBMWP, BMWPC, IASPT i FBILL, entre d'altres.

El nombre de famílies de macroinvertebrats aquàtics, la riquesa taxonòmica, pot arribar a tenir valors molt elevats en punts on la qualitat de l'aigua és molt bona i que es poden considerar de referència. Aquest és el cas de la

Mapa amb la localització dels punts de determinació d'estat ecològic a la comarca d'Osona de l'any 2009.
Base cartogràfica i llegenda: mapa comarcal de Catalunya d'Osona 1:25000, Institut Cartogràfic de Catalunya



riera de la Gorga abans de desembocar a Sau (Te21) on, per exemple, s'hi van detectar 40 famílies a la primavera i 36 a l'estiu de 2008 (i un màxim de 49 a la primavera de l'any anterior), de la Riera Major aigua avall de Viladrau (Te30), amb 28 i 35 famílies respectivament (i un màxim de 34 a l'estiu de l'any anterior), i de la mateixa Riera Major poc abans d'arribar a Susqueda (Te22), amb 32 i 37 famílies respectivament (i 45 a la primavera de l'any anterior). També tenen una gran riquesa el riu Ges aigua avall de Forat Micó (Te11), amb 35 famílies (i un màxim de 41 l'any 2006), i la riera de Merlès a Lluçà (L114), amb 26 famílies (però 41 a la primavera de l'any 2006).

En canvi, persisteixen valors mínims a la riera de Folgueroles (Te29), amb tan sols 9 famílies a la primavera i 7 a l'estiu de 2008, a la riera de la Gavarresa aigua avall

d'Alpens (L110), amb 4 i 13 famílies respectivament, i al Merdinyol aigua avall de Prats de Lluçanès (L112), on s'han trobat 12 i 9 famílies, respectivament. Aquests valors tan baixos de riquesa indiquen una degradació important de la qualitat biològica, que coincideix amb una mala qualitat química de l'aigua, fet que limita l'existència d'una diversitat major de macroinvertebrats. En aquests punts amb una riquesa taxonòmica baixa és on també els índexs biològics donen valors més baixos i, lògicament, és on dominen els grups de macroinvertebrats més tolerants a la contaminació: oligoquets, sangoneres, i quironòmids, tot i que també acostumen a ser presents als trams més nets. A la taula de la pàgina següent es mostren tots els valors de riquesa taxonòmica als cursos fluvials d'Osona des de l'any 2002 fins al 2009.



Riu Gurri a Senferm, abans de vorejar el nucli urbà de Vic. Primavera de 2006. [Foto: Jesús Ortiz - CERM]

Riquesa taxonòmica de macroinvertebrats aquàtics capturades als cursos fluvials d'Osona mostrejats entre els anys 2002 i 2009

Codi	Topònim	2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008		2009	
		prim	est	prim	est	prim	est	prim	est	prim	est	prim	est	prim	est	prim	est
Te1	Meder riu avall de la Guixa	24	25	26	22	14	19	22	27	26	37	38	35	25	29	30	36
Te2	Meder al nucli urbà de Vic	13	24	18	24	10	15	10	8	16	5	23	19	17	10	10	22
Te3	Rimentol a la desembocadura	3	5	0	3	6	12	6	8	21	23			9	11	7	12
Te4	Guiri riu amunt de Taradell	14	25	27	21	13	22	29		29	21	28	31	24	25	15	35
Te5	Guiri a Senferm, riu amunt de Vic	9	15	24	15	9	19	14	23	15	15			14	19	9	23
Te6	Guiri al polígon de Mallolles	7	11	18	16	10	14	17	19	19	19	23		23	16	16	21
Te7	Guiri avall pont Eix Transversal	3	6	16	10	12	15	12	12	16	20	20		19	14	21	20
Te8	Sorreigs a la desembocadura	14	24	24	20	14	16	24	23	27	38	30		38	28	36	26
Te9	Cussons a la desembocadura	13	22	20	29	10	23	19	25	32	32			28	25	16	28
Te10	Foradada a la desembocadura	14	25	27	23	16	20	26	24	36	31			28	24	15	32
Te11	Ges riu avall de Forat Micó	16	25	36	19	21	19	34	27	41	35	34	38	35	27	44	43
Te12	Ges riu amunt de Torelló	13	20	29	17	26	24	24	20	39	21					37	37
Te13	Talamanca a la desembocadura	12	20	23	5	19	16	4	2	30	30	31	24	27	29	14	23
Te14	Ter avall de Sant Quirze de Besora	13	7	27	21	15	16	20	24	29	25			22		24	33
Te15	Ter a la Coromina, avall de Torelló	14	13	17	16	13	15	22	27	43	44			23		16	32
Te16	Ter avall del Sorreigs, abans Manlleu	12	22	20	27	14	17	29	24	38	43			33		17	24
Te17	Ter avall de Manlleu	9	11	12	11	10	10	13	8	14	22	25		21	18	33	18
Te18	Ter a Roda de Ter	10	16	21	16	17	16	13	27	19	27	26		23	12	23	13
Te19	Ter avall de Sau	10	17	13	9	5		22		31	29					20	25
Te20	Ter a la Farga de Bebié			25	24	9	21	25	27	28	45					-	-
Te21	Gorga a Sau			27	27	24	21	35	29	42	49	49		40	36	42	30
Te22	Riera Major a Susqueda			31	31	19	26	26	27	37	41	45	38	32	37	27	39
Te23	Tuta avall de Sant Bartomeu									12	21			16	15	13	16
Te24	Ter al Peretó									28	32	40	37	24	24	22	26
Te25	Guiri a Malla									30	20					-	-
Te26	Meder avall de Santa Eulàlia									29	26			33	28	18	36
Te27	Riera de Tona al Bolló									14	22	16	24	12	10	5	18
Te28	Seva a Balenya									24	21	22	14	14	17	12	22
Te29	Folgueroles avall de Folgueroles									10	17	16	15	9	7	9	14
Te30	Riera Major avall de Viladrau									31	30	30	34	28	35	38	29
Te31	Sorreigs avall de Sant Boi									27	28	30	26	17	16	26	25
Te32	Riera de Taradell aigua avall EDAR											18	24	14	17	26	28
Te33	Ges al nucli urbà de Torelló											20	16	11	18	9	15
Te34	Torrent de Cases noves de M. Roda															8	16
Te35	Torrent de Tavertet avall EDAR															7	Ø
Te36	Riera de Rupit aigua avall nucli urbà															31	17
Te37	Riera de Sora aigua avall nucli urbà															38	34
Te38	Riera Vallfogona avall nucli urbà															39	-
L110	Gavarresa aigua avall d'Alpens									11	16	20	11	4	13	14	24
L111	Riera d'Olost aigua avall d'Olost									29	24	20	28		16	19	33
L112	Torrent del Merdinyol avall de Prats									18	18	20	16	12	9	16	25
L113	Gavarresa avall d'Orià									31	28					17	-
L114	Merlès avall de Lluçà									29	38	41	38	26	27	23	25
L115	Riera de Perafita a la Roca del Mill															14	-
L116	Gavarresa riera amunt del pantà															30	26
L117	Riera Lluçanesa a Santa Creu de J.															-	24
B50	Congost riu avall EDAR de Centelles									30	30				15	20	18
B51	Martinet a la desembocadura									30	9	26	2	24	17	26	25

-: no mesurat, Ø: tram sec.

< 10 10 - 20 21 - 30 31 - 40 > 40 no disponible



Valors de l'índex IBMWP als cursos fluvials d'Osona entre els anys 2002 i 2009

Codi	Topònim	2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008		2009	
		prim	est	prim	est	prim	est	prim	est	prim	est	prim	est	prim	est	prim	est
Te1	Meder riu avall de la Guixa	81	103	113	80	61	76	80	91	101	125	123	111	81	97	125	135
Te2	Meder al nucli urbà de Vic	40	103	75	96	42	53	27	21	48	13	66	66	46	23	30	72
Te3	Rimentol a la desembocadura	6	15	0	7	24	40	18	30	84	78			27	31	21	54
Te4	Gurri riu amunt de Taradell	62	104	105	68	66	88	119		110	71	102	109	86	94	47	151
Te5	Gurri a Senferr, riu amunt de Vic	29	62	87	48	35	70	46	70	50	36			45	57	33	88
Te6	Gurri al polígon de Malloles	22	36	62	55	44	65	62	56	76	67	86		83	52	61	80
Te7	Gurri avall pont Eix Transversal	6	17	51	28	50	51	40	43	38	68	49		59	42	67	76
Te8	Sorreigs a la desembocadura	54	100	90	69	63	62	89	82	82	134	119		126	97	147	108
Te9	Cussons a la desembocadura	49	87	80	114	40	97	74	107	133	125			106	102	52	137
Te10	Foradada a la desembocadura	60	113	138	84	95	102	130	89	170	114			84	104	54	144
Te11	Ges riu avall de Forat Micó	74	127	179	89	120	106	176	134	198	152	178	199	182	142	238	222
Te12	Ges riu amunt de Torelló	54	86	146	49	140	119	96	65	154	75					179	164
Te13	Talamanca a la desembocadura	50	86	103	22	82	65	14	4	103	98	102	91	96	88	60	94
Te14	Ter avall de Sant Quirze de Besora	54	27	134	106	75	74	82	101	135	103			87		115	152
Te15	Ter a la Coromina, avall de Torelló	56	70	67	79	63	80	98	111	203	175			95		59	154
Te16	Ter avall del Sorreigs, abans Manlleu	49	89	79	118	47	81	143	84	158	169			110		60	99
Te17	Ter avall de Manlleu	30	40	42	48	37	48	51	34	43	85	74		67	56	136	60
Te18	Ter a Roda de Ter	35	66	87	62	80	66	44	111	63	99	66		108	35	98	43
Te19	Ter avall de Sau	39	66	44	30	11		84		93	95					63	105
Te20	Ter a la Farga de Beblé			115	117	40	113	105	116	139	184					-	-
Te21	Gorga a Sau			139	114	124	101	177	138	206	205	236		156	162	208	152
Te22	Riera Major a Susqueda			156	162	109	144	130	116	200	211	205	193	160	174	151	193
Te23	Tuta avall de Sant Bartomeu									39	103			67	71	49	76
Te24	Ter al Peretó									113	141	175	143	90	116	100	130
Te25	Gurri a Malla									127	55					-	-
Te26	Meder avall de Santa Eulàlia									116	91			113	108	68	161
Te27	Riera de Tona al Bollo									54	72	52	83	41	31	12	65
Te28	Seva a Balenyà									93	75	80	55	56	73	43	94
Te29	Folgueroles avall de Folgueroles									26	60	47	49	35	23	21	58
Te30	Riera Major avall de Viladrau									196	174	184	190	181	206	242	168
Te31	Sorreigs avall de Sant Boi									108	97	122	98	62	54	103	98
Te32	Riera de Taradell aigua avall EDAR											67	92	61	71	109	111
Te33	Ges al nucli urbà de Torelló											76	27	28	60	23	51
Te34	Torrent de Cases noves de M. Roda															17	55
Te35	Torrent de Taverlet avall EDAR															22	Ø
Te36	Riera de Rupit aigua avall nucli urbà															125	74
Te37	Riera de Sora aigua avall nucli urbà															202	170
Te38	Riera Vallfogona avall nucli urbà															213	-
L110	Gavarresa aigua avall d'Alpens									28	57	81	28	16	40	52	98
L111	Riera d'Olost aigua avall d'Olost									117	84	74	91		58	71	130
L112	Torrent del Merdinyol avall de Prats									50	63	66	55	41	24	45	92
L113	Gavarresa avall d'Oristà									122	87					65	-
L114	Merlès avall de Luçà									150	191	203	194	139	138	122	139
L115	Riera de Perafita a la Roca del Mill															46	-
L116	Gavarresa riera amunt del pantà															122	110
L117	Riera Lluçanesa a Santa Creu de J.															-	106
B50	Congost riu avall EDAR de Centelles									120	115				57	76	78
B51	Martinet a la desembocadura									130	20	98	5	88	51	112	99

-: no mesurat, Ø: tram sec.

< 16	16 - 35	36 - 60	61 - 100	> 100	no disponible
------	---------	---------	----------	-------	---------------

Interpretació dels rangs de qualitat del IBMWP:

Categories de qualitat de l'aigua (IBMWP)	
I (Molt bo)	Aigües molt netes (>120) o no alterades sensiblement (101-120)
II (Bo)	Aigües netes (61-100)

III (Mediocre)	Aigües eutrofitzades amb signes de contaminació (36-60)
IV (Deficient)	Aigües parcialment contaminades (16-35)
V (Dolent)	Aigües molt contaminades (0-15)

Dels 40 punts mostrejats a Osona l'any 2008, pràcticament la meitat, un total de 19, presentaven una qualitat de l'aigua bona o molt bona. Valors de l'índex de qualitat IBMWP superiors a 200 (valor que indica una qualitat excel·lent) únicament han estat obtinguts a la Riera Major aigua avall de Viladrau (Te30). No obstant això, destaquen tres punts més de la conca del Ter per la seva bona qualitat: el Ges aigua avall de Forat Micó (Te11), la riera de la Gorga poc abans de la desembocadura al pantà de Sau (Te21) i la Riera Major abans d'arribar a l'embassament de Susqueda (Te22) tenen uns valors elevats d'aquest índex, entre 150 i 200, que ens indiquen igualment una qualitat biològica molt bona, reflex d'una comunitat de macroinvertebrats aquàtics diversa i ben estructurada.

Altres punts de mostreig d'Osona que presenten una qualitat biològica bona, però amb valors no tan elevats, serien: la riera de Cussons gairebé a la desembocadura —a Sant Quirze de Besora— (Te9) i el Mèder aigua avall de Santa Eulàlia de Riuprimer (Te26).

La tendència dels últims anys, pel que fa a la qualitat biològica dels rius de la comarca d'Osona, havia estat de millora de la qualitat biològica en la majoria dels casos. De totes maneres, anys eixuts com el 2008, en comparació amb altres de més humits, com el 2007, han comportat retrocessos cap a categories de qualitat sensiblement inferiors. Per exemple, una sèrie de punts, sobretot per causa d'abocaments de caràcter difús, van passar de tenir un rang de qualitat de molt bona (blau) a bona (verd), com és el cas del Mèder aigua avall de la Guixa-Sentfores (Te1), el Gurri a Taradell (Te4), la riera de Talamanca a la desembocadura (Te13) i el Ter al Peretó —les Masies de Voltregà (Te24). A tots aquests punts es van obtenir uns valors de l'índex IBMWP inferiors a 100. La concentració de nitrats hi va augmentar, hi van desaparèixer els grups especialment sensibles a la contaminació, com

ara els plecòpters, i hi van ser dominants els tàxons més resistents a la contaminació, fent-hi disminuir la qualitat biològica.

Al Sorreigs aigua avall de Sant Boi de Lluçanès (Te31) també hi va haver una disminució de la qualitat biològica important en comparació amb el 2007 i anys precedents. A la primavera, l'índex IBMWP va passar de 122 a 62 i a l'estiu, de 98 a 54. Altres punts van passar de qualitat bona (verda) a mediocre (grog), com el Mèder a Vic (Te2), Tona al Bolló (Te27), la Gavarresa aigua avall d'Alpens (L110) i la riera d'Olost aigua avall d'Olost (L111). Malauradament, el Mèder a Vic (Te2), que havia mostrat una recuperació important de la qualitat l'any 2007 —afavorida per la dilució de les pluges—, el 2008 la qualitat hi va disminuir fins a valors comparables als anys 2004-2006, i fins i tot s'hi van detectar bacteris del gènere *Sphaerotilus*, que ens indiquen la presència d'aigües residuals. Fem notar també que la Gavarresa aigua avall d'Alpens té una disminució de la qualitat notable a la primavera (amb un IBMWP de 81 el 2007, i de 16 el 2008), possiblement a causa d'un mal funcionament de l'estació depuradora d'aigües residuals.

Agrupant els cursos fluvials osonencs, es considera el següent:

Eix principal del riu Ter

La qualitat biològica representada pels índexs de macroinvertebrats és bona i molt bona, respectivament, des de la Farga de Bebié (Te20) fins al nucli urbà de Manlleu —on actualment encara no es pot tractar correctament tota l'aigua residual que hi arriba. A Manlleu, es produeix una davallada important de la qualitat fins a un nivell considerat dolent o regular —segons l'època de mostreig—, tot i que s'observa una certa recuperació pocs quilòmetres riu avall, a Roda de Ter.

Conca del riu Gurri

La qualitat de l'aigua és dolenta, en general, com a conseqüència de la forta pressió agrícola que pateix el riu. A molts punts, els conreus arriben fins a arran d'aigua i, desproveït el Gurri de l'efecte tampó de la vegetació de ribera, l'aplicació de fums i purins als camps incrementa de manera considerable les concentracions de nutrients i sals que hi arriben de manera difusa. Cal remarcar el cas crític del riu Mèder a Vic (Te2), on les concentracions de nutrients són elevades, la vegetació de ribera gairebé inexistente i la comunitat de macroinvertebrats molt pobre. Es caracteritza per una riquesa de tàxons baixa, dominada per tàxons considerats resistents a contaminació, com cucs de fang (Tubificidae), larves de mosquits (*Culex* sp., Culicidae) i quironòmids (Chironomidae) i cranc vermell americà (*Procambarus clarkii*).

De totes maneres, riu amunt, havent passat la Guixa-Sentfores (Te1), on la qualitat, sense ser excepcional, és molt millor, s'hi ha arribat a identificar fins a 38 famílies diferents —inclosos 76 gèneres-espècies. Les comunitats de macroinvertebrats estan dominades per dípters arreu, però hi ha una sèrie de grups només presents al tram riu amunt: l'efemeròpter leptoflèbid *Thraulius bellus*, alguns tricòpters dels gèneres *Polycentropus* (Polycentropodidae) i *Tinodes* (Psychomyidae), libèl·lules dels gèneres *Onycogomphus* (Gomphidae) i *Orthetrum* (Libellulidae) i escarabats ditíscids dels gèneres *Deronectes* i *Oreodytes*.

Conca de la riera de Sorreigs

Es fan evidents les limitacions de la depuradora d'aigües residuals de Sant Boi de Lluçanès i altres fonts



El Ter a Roda (Te18) a la primavera de 2008. [Foto: Jesús Ortiz - CERM]

contaminants, difuses, del seu entorn. Malgrat tot, existeix una comunitat de macroinvertebrats aquàtics prou diversa que assolix un nivell de qualitat bo.

El torrent de la Tuta (Te23) encara rep directament les aigües sense tractar de Sant Bartomeu del Grau i la seva qualitat és molt dolenta. Arran del poble no hi sol haver cap espècie de macroinvertebrat aquàtic o, com a molt, algun quironòmide vermell, però presenta una capacitat d'autodepuració molt elevada. Es veu reflectida en el grau de recuperació del torrent en uns dos quilòmetres i mig de recorregut, a l'alçada de la desembocadura, on la qualitat ja esdevé deficient o mediocre, possiblement mercès a l'aireig regular de l'aigua en tot el recorregut i, en part també, a la qualitat del bosc de ribera.

El Ges

El riu Ges i Fornès tenen un paper important de reserva de diversitat biològica. Són dels pocs exemples de rius osonencs on la pressió humana escassa encara permet l'existència de nivells de riquesa i qualitat de l'aigua molt bons. Malgrat tot, la qualitat del bosc de ribera encara hi és moderada a molts sectors.

La Riera Major

La Riera Major i tota la seva conca també acull una diversitat biològica excepcional. És un dels altres pocs cursos fluvials d'Osona que presenta una qualitat excel·lent, des de la capçalera fins ben bé la desembocadura, actualment al pantà de Susqueda.

Rieres de Cussons, la Foradada, Talamanca i la Gorga

Aquestes rieres de poc cabal posseeixen una gran riquesa de fauna aquàtica, possiblement gràcies a la geomorfologia (la presència de molts salts al llarg del



El riu Gurri (Te7) havent passat Vic pel maig de 2006. [Foto: Jesús Ortiz - CERM]



La riera de Sorreigs a Santa Cecília de Voltregà per l'abril de 2007. [Foto: Marc Ordeix - CERM]



El riu Ges (Te1) entre Sant Vicenç de Torelló i Torelló pel maig de 2006. [Foto: Marc Ordeix - CERM]

recorregut, per exemple), tot i la considerable pressió humana que pateixen. S'observen problemes d'excés de nutrients, que causen fenòmens d'eutrofització tant a la riera de Cussons com a la de Talamanca, i indicis a la de la Foradada. En el cas de la riera de la Gorga, que drena una conca amb una activitat agrària important, la qualitat ecològica resulta sorprenentment bona, gràcies a les mesures de gestió aplicades a les aigües residuals afegides a la gran capacitat d'autodepuració de la pròpia riera.

Conca del riu Llobregat: rieres Gavarresa, Lluçanesa i de Merlès

La riera de Merlès presenta un molt bon estat ecològic, que es pot considerar molt proper al natural, originari. Tots els altres punts mostrejats de la conca del Llobregat al Lluçanès tenen unes concentracions de nutrients molt elevades i un bosc de ribera degradat. Malgrat tot, en determinades condicions, els índexs biològics hi assoleixen valors prou elevats en alguns punts, bàsicament a les capçaleres.



La riera Major aigua avall de Viladrau (Te30) a l'estiu de 2008. [Foto: Jesús Ortiz - CERM]

Conca del riu Besòs

Els dos punts estudiats a la conca del Besòs reben una pressió humana considerable, ja sigui per abocaments procedents del sistema de sanejament de Centelles i els horts, en el cas del riu Congost (B50), o dels abocaments a la part baixa de la riera de Martinet (B51), aigües residuals urbanes sense tractar. De totes maneres, destaca l'increment de la qualitat a la riera de Martinet (B51), que a l'estiu de l'any 2007 donava un valor de 5 (i l'any 2006 de 20) mentre el 2008 va pujar fins a 51. Malgrat això, les condicions geomorfològiques i la vegetació de ribera de la riera són prou favorables i permeten el desenvolupament d'una comunitat de macroinvertebrats aquàtics diversa, que es tradueix en valors de qualitat bons o molt bons a la primavera (IBMWP entre 88 i 120 els tres darrers anys).

En conclusió, caldria poder preservar especialment els punts que mantenen un bon estat ecològic i que considerem de referència, com el Ges aigua avall de Forat Micó (Te11), la Riera Major a Viladrau (Te30) i la riera de



La riera de Merlès a Lluçà (L114) pel juliol de 2006. [Foto: Jesús Ortiz - CERM]



El riu Ter aigua avall de Roda de Ter (a dalt), el Congost aigua avall de Centelles (al mig) i el Gurri aigua avall de Vic (a baix), els anys 1994, 1995 i 1993 i 2005, respectivament. [Fotos: Marc Ordeix]



Merlès (L114). I restaurar la qualitat del bosc de ribera en altres cursos fluvials encara amb bastant bon estat, com la Riera Major a Susqueda (Te22) o la Gorga abans de desembocar a Sau (Te21).

Per contra, hi ha tot un seguit de sectors amb problemes de qualitat greus, on es fa imprescindible desenvolupar plans de gestió efectius per tal d'assolir-hi les exigències de la *Directiva Marc de l'Aigua* abans de l'any 2015: el Mèder al nucli urbà de Vic (Te2), el Rimentol a la desembocadura (Te3), el Gurri a Senferm (Te5), la riera de Tona al Bolló (Te27), la riera de Seva a Balenyà (Te28), la riera de Folgueroles a Folgueroles (Te29), el Ges a Torelló (Te33) i el Merdinyol avall de Prats de Lluçanès (L112). Malauradament, sembla que encara no s'han produït les modificacions necessàries en la gestió de les estacions depuradores o en el control dels abocaments existents, molts dels quals de caràcter difús, que comportin una recuperació de la qualitat ecològica desitjada.

Amb resultats de qualitat no tan dolenta, però que també requereixen certa atenció pel seu estat ecològic millorable, destaquen el Gurri (Te6, Te7), el Sorreigs a la desembocadura (Te8), la riera de Talamanca (Te13), la riera de Cussons (Te9), la riera de Taradell aigua avall de Taradell (Te32) i el Congost aigua avall de Centelles (B50).

Que la meitat dels trams fluvials de la comarca d'Osona tinguin un bon estat ecològic ja és, doncs, una bona notícia. S'ha avançat molt en aquesta àrea: la qualitat de l'aigua de la majoria dels rius i rieres d'Osona, com és el cas del Gurri aigua avall de Vic, era nefasta anys enrere, de les pitjors de Catalunya; entre 1971 i 1981 la contaminació industrial era extrema i l'aplicació de les primeres mesures de sanejament a escala industrial només la feien fluctuar, però no hi disminuïa. Aquest riu, com el Ter en tot el seu recorregut i bastants d'altres, rebia una càrrega orgànica molt elevada, que era incapaç d'assimilar; l'oxigen dissolt a l'aigua era pràcticament

inexistent. L'aigua també destacava per portar gran quantitat de sals i amoni, procedents de la indústria adobera de pells i de la indústria càrnia. La fauna aquàtica, molt simplificada, la constituïen només bacteris, protozous i alguna larva aquàtica d'insecte, quironòmids vermells, que tot i ser molt resistents a la contaminació únicament s'arribaven a observar puntualment.

Des de la dècada de 1990, es va produir un punt d'inflexió en aquesta situació arran de l'establiment de les primeres estacions depuradores urbanes i industrials a bona part dels cursos fluvials osonencs. A tall d'exemple, a partir de 1991, quan es va inaugurar la depuradora d'aigües residuals de Vic i municipis veïns, la concentració d'oxigen a la part baixa del Gurri va augmentar significativament, amb fluctuacions estacionals molt marcades, que oscil·laven entre la manca durant l'estiu fins a valors relativament elevats a la primavera. Des que es va transformar la primera depuradora de Vic (físicoquímica) en una depuradora biològica, a mitjan 1998, l'oxigen dissolt torna a ser present a la part baixa del Gurri i també al Ter a Roda de Ter, i la majoria de contaminants es mantenen en valors relativament baixos. De llavors ençà, s'ha recuperat una certa diversitat biològica: algues verdes, encara en excés, ànecs, amfibis, peixos i una munió considerable d'insectes i d'altres invertebrats aquàtics: anèl·lids, mol·luscs gasteròpodes o cargols d'aigua, insectes dípters, odonats, sabaters, efemeròpters, coleòpters i tricòpters o cuques de caps, que havien quedat restringits només als trams més nets de la muntanya mitjana i alta.

Els darrers anys, la tendència general, doncs, ha estat de millora de la qualitat biològica en la majoria dels casos. Han quedat alguns temes pendents, com la connexió de les xarxes de clavegueram d'alguns nuclis urbans, la construcció d'alguna altra estació depuradora, el sobreadobat dels camps —que s'ha reduït molt però que encara és excessiu—, el respecte d'uns cabals ambientals definits

per a cada tram fluvial i la restauració de la geomorfologia natural dels rius, entre d'altres motius, per poder-hi refer la vegetació de ribera, filtre dels contaminants procedents dels camps de conreu i refugi d'una gran diversitat biològica.

Avui dia, encara és necessari i possible millorar més la qualitat de l'aigua dels rius osonencs, però cal atacar aspectes nous, fins ara menystinguts, com els cabals ambientals i la restauració de les riberes fluvials i la seva vegetació —que passa per processos com l'establiment d'acords de custòdia amb propietaris i la recerca de fons complementaris als del sanejament convencional per fer-hi actuacions. Es pot considerar, doncs, que el procés de consecució d'un bon estat ecològic generalitzat a tots els cursos fluvials possiblement no serà un procés gaire simple ni tampoc immediat.



Vista panoràmica de Tossa de Mar (la Selva), l'Estació Depuradora d'Aigües Residuals municipal i la bassa del terciari integrada dins el Parc de Sa Riera. [Foto: Consorci de la Costa Brava]

Rieres de la Costa Brava: Tossa, Rubiés i Molinàs

Les rieres de la Costa Brava presenten una hidrologia molt irregular; la majoria només porten aigua uns quants mesos l'any, amb períodes de gran eixutesa a l'estiu. En aquesta àrea, de clima típicament mediterrani, els sistemes aquàtics són vulnerables a les pertorbacions humanes justament a causa d'aquesta escassetat de precipitacions i de la gran irregularitat del règim hidrològic, combinats amb unes densitats de població relativament elevades, sobretot durant els mesos d'estiu. Aquests territoris, en només quatre dècades, han passat de suportar una activitat primària a suportar-ne una de terciària de gran potència econòmica i, per tant, d'enorme capacitat transformadora.



La riera de Tossa de Mar (la Selva) després de rebre l'aigua regenerada procedent de l'Estació Depuradora d'Aigües Residuals municipal. [Foto: Marc Ordeix - CERM]



A grans trets, la Costa Brava es troba dominada per activitats turístiques combinades amb agràries i també industrials, tot i que hi ha alguns sectors on la influència humana és mínima, considerats punts o trams de referència, alguns dels quals estan inclosos en espais naturals protegits.

Segons la proposta de classificació per tipus de rius de la *Directiva Marc de l'Aigua*, aquestes rieres estan incloses a la categoria «torrents litorals». Pertanyen a moltes i diverses conques relativament petites. La riera de Tossa fa una longitud de 12,8 quilòmetres i té una conca amb una extensió de 39 km², que en bona part pertany a l'Espai d'Interès Natural del Massís de Cadiretes. La riera de Rubiés (o de Romanyac) recorre 7,6 quilòmetres i drena una conca d'uns 14,5 km², que pertany en bona part al Parc Natural del Cap de Creus. Finalment, la riera de Colera transcorre uns 5 quilòmetres en sentit est per una vall enclotada, abans de desembocar a la mar Mediterrània al mateix nucli urbà de Colera, i drena una conca d'aproximadament 9,9 km²; la riera termeneja amb el Paratge Natural d'Interès Nacional de l'Albera.

L'avaluació regular de la qualitat ecològica de rieres de la Costa Brava va sorgir a proposta del Consorci de la Costa Brava com una primera experiència arran de l'entrada en funcionament, l'any 2001, d'una bassa alimentada amb una part de l'aigua regenerada provinent de l'Estació Depuradora d'Aigües Residuals (EDAR) de Tossa de Mar, a càrrec d'aquest consorci. Es va creure oportú iniciar un seguiment acurat de la qualitat de l'aigua per tal de valorar els efectes d'aquesta actuació. Aquesta bassa es troba integrada al Parc de Sa Riera de Tossa de Mar com un element paisatgístic d'especial interès perquè pretenia millorar la qualitat de l'aigua residual depurada i, alhora, incrementar la diversitat paisatgística i biològica del parc i la riera de Tossa

Com a resultat d'aquesta actuació, s'ha comprovat que part de l'aigua regenerada a l'EDAR de Tossa s'in-

filtra al subsòl i contribueix de manera significativa a la recàrrega de la riera de Tossa i compensa, almenys en part, l'extracció humana d'aigua del nivell freàtic, ajudant també a contrarestar la intrusió d'aigua marina.

Posteriorment, es van iniciar els seguiments regulars de les rieres de Rubiés (Port de la Selva), Molinàs (Colera) i Llançà, associats a diversos projectes relacionats amb l'aportació d'aigua regenerada.

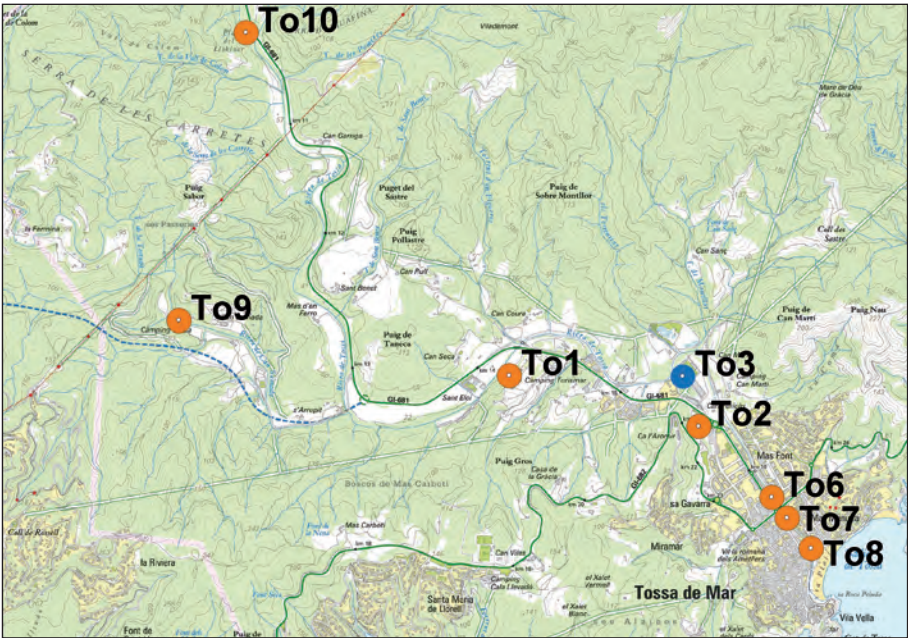
A la Costa Brava, concretament a la conca de la riera de Tossa, l'any 2002 s'hi va avaluar l'estat ecològic a 3 punts, i 4 punts els anys següents. L'any 2009 es van avaluar un total de 14 punts a les conques d'altres rieres: Rubiés, Molinàs i Llançà.

A cada tram escollit, es fan una sèrie de mostreigs de macroinvertebrats aquàtics repartits habitualment al llarg de tot l'any, tenint en compte la variabilitat climàtica i pluviomètrica —intraanual i interanual— de l'àrea.

S'hi mesuren la riquesa taxonòmica de famílies (S) i alguns dels índexs biològics emprats habitualment per avaluar l'estat ecològic en els rius catalans: IBMWP, BMWPC, IASPT i FBILL, entre d'altres.

El nombre de famílies de macroinvertebrats aquàtics pot arribar a valors molt elevats en punts on la qualitat de l'aigua és bona i que es consideren de referència, com el torrent d'Aiguafina (estació To9), a la conca de la riera de Tossa, on es troben valors de riquesa màxima de macroinvertebrats aquàtics, amb 25 famílies i com a mínim 32 gèneres-espècies diferents (l'any 2008). Aigua avall, a la mateixa riera de Tossa abans de l'EDAR de Tossa de Mar (To1) també hi ha una riquesa taxonòmica elevada: 22 famílies i com a mínim 34 gèneres-espècies.

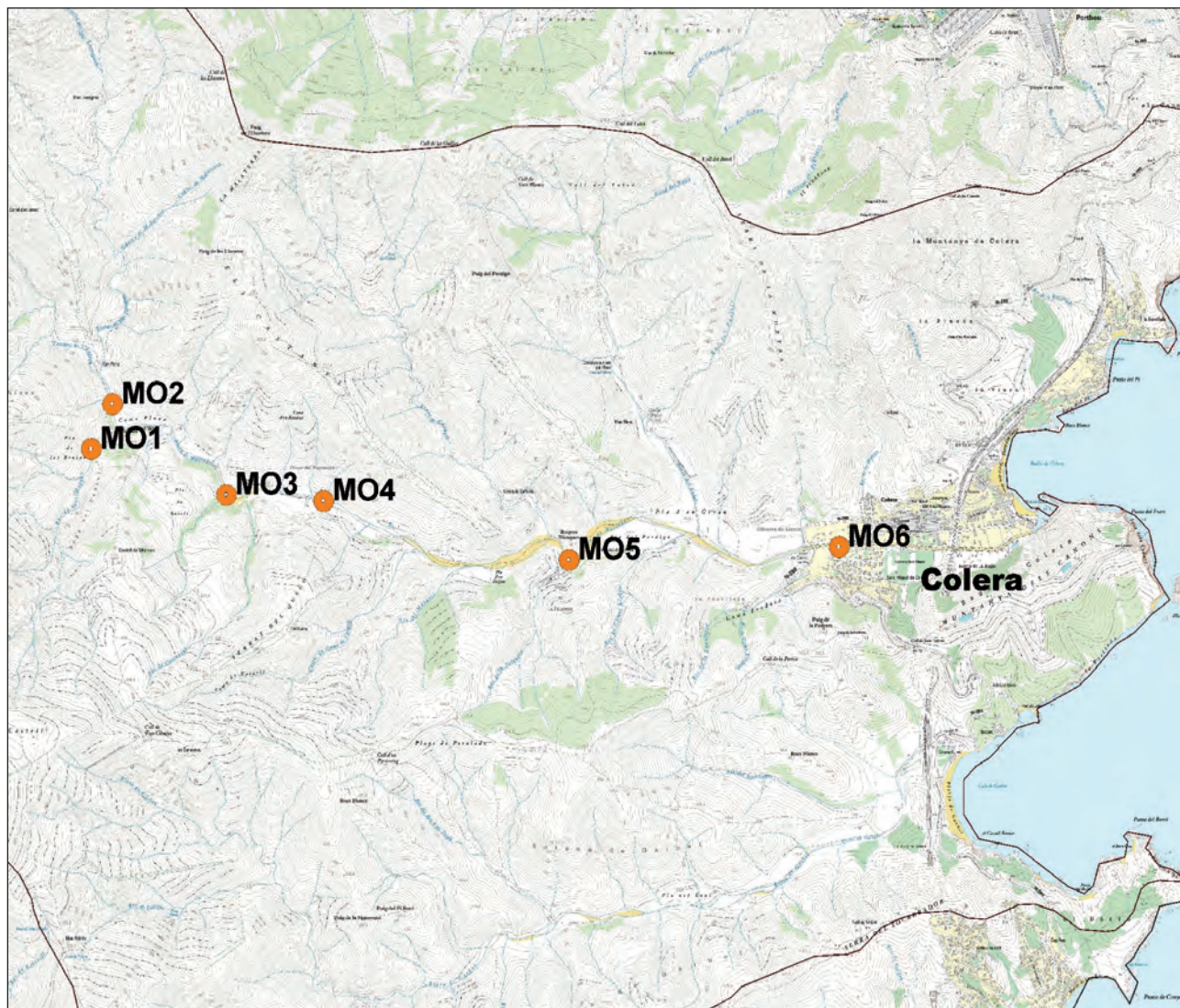
Els trams de capçalera de la riera de Rubiés (o Romanyac), al Port de la Selva, inclosos al Parc Natural del Cap de Creus, presenten uns valors de biodiversitat i estat ecològic molt elevats. Entre tots els punts



Localització dels punts de mostreig per avaluar l'estat ecològic de la riera de Tossa (Tossa de Mar, la Selva). En vermell s'hi indiquen els punts de mostreig situats a la riera i/o afluents; en blau es localitza la bassa del terciari de l'EDAR de Tossa. Base cartogràfica i llegenda: mapa topogràfic comarcal de Catalunya de la Selva 1:25000, Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC).



Localització dels punts de mostreig per avaluar l'estat ecològic de la riera de Rubí (Port de la Selva, l'Alt Empordà). Base cartogràfica i llegenda: mapa comarcal de Catalunya de l'Alt Empordà 1:50000, Institut Cartogràfic de Catalunya.



Localització dels punts de mostreig per avaluar l'estat ecològic de la riera de Molinàs (Colera, l'Alt Empordà). Base cartogràfica: Ortofotomapa 1:5000, mapa topogràfic 1:10000, Font: Institut Cartogràfic de Catalunya.

mostrejats, l'any 2007 s'hi va trobar una riquesa prou considerable: 77 gèneres-espècies. En canvi, la diversitat és mínima a la part baixa de la riera, abans d'arribar a la platja.

Als trams mostrejats de la riera de Molinàs (Colera) encara s'hi ha arribat a trobar més gèneres o espècies: 91 de diferents pertanyents a 55 famílies de macroinvertebrats aquàtics.

Dels 13 punts mostrejats a la Costa Brava l'any 2008, la meitat, un total de 6, presentaven una qualitat de l'aigua bona o molt bona.

Valors de l'índex de qualitat IBMWP superiors a 120, que indica una qualitat excel·lent, únicament van ser obtinguts a la primavera de 2006 i de 2007 a la riera de Tossa al sector precedent de l'EDAR de Tossa (riera avall del pont de la GI-681) (To1; 155 i 104, respectivament), a l'hivern de 2004 i a les primaveres de 2004 i 2006 a la riera de Tossa aigua avall de l'EDAR de Tossa (riera amunt del pont del càmping can Martí) (To2; 128, 122 i 129, respectivament), també a la primavera de 2007 a la riera de Rubiés al sector del Pla d'en Quim (Rom2; 148) i a l'hivern del mateix any a la riera de Molinàs al sector de la bassa del Molí (Mo3; 138).

De manera resumida, en relació a cadascuna de les rieres estudiades es considera el següent:

Riera de Tossa

La qualitat biològica del tram situat aigua amunt del parc de Sa Riera, abans de l'EDAR de Tossa de Mar (To1), presenta una riquesa taxonòmica molt elevada, de fins a 34 gèneres-espècies, que arriba a superar lleugerament sectors de capçalera com el torrent d'Aiguafina (To9), amb com a mínim 32. Com en altres trams amb aigua de la riera, hi predominen espècies de macroinvertebrats pròpies de condicions de regressió cap a la sequera estival, amb mecanismes de resistència a la sequera, com

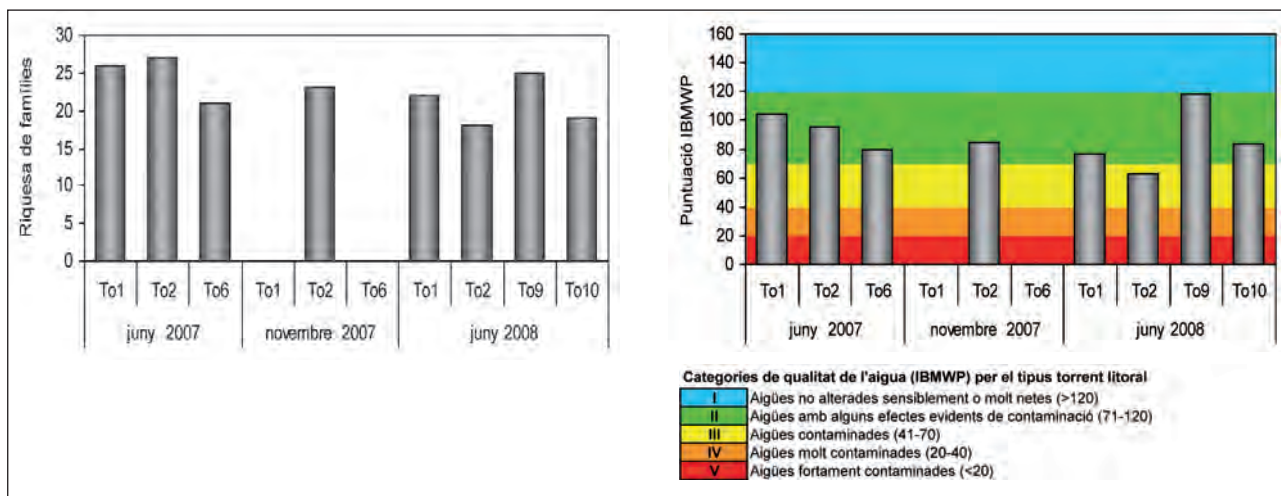


Endegament de la riera de Molinàs (Colera, Alt Empordà) a la desembocadura. Juliol de 2008. [Foto: Marc Ordeix - CERM]

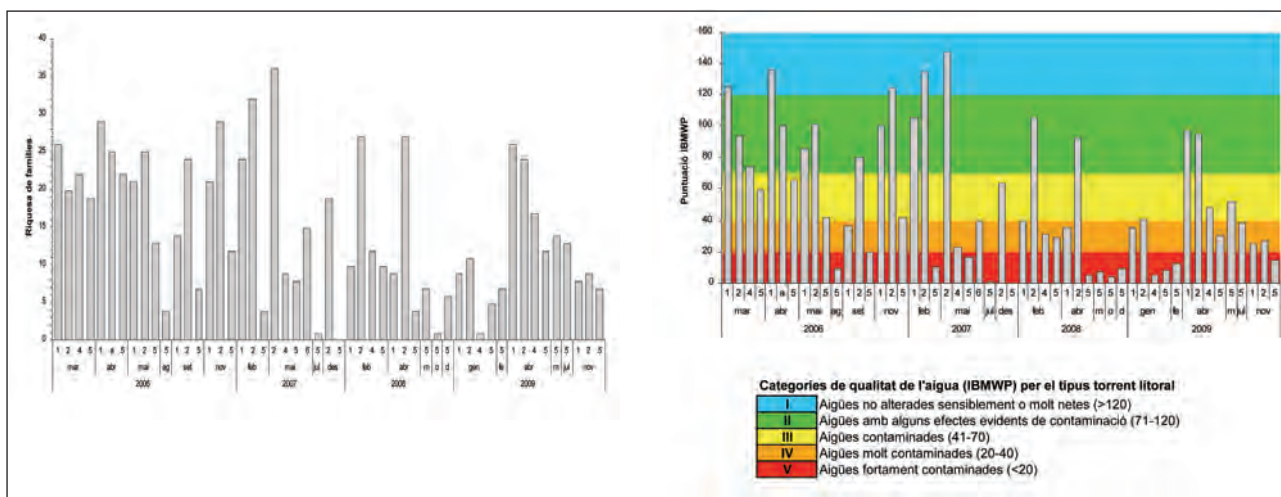


Mostra de macroinvertebrats aquàtics recollida a la riera de Rubiés, el Port de la Selva (Alt Empordà) a la primavera de 2006. [Foto: Marc Ordeix - CERM]

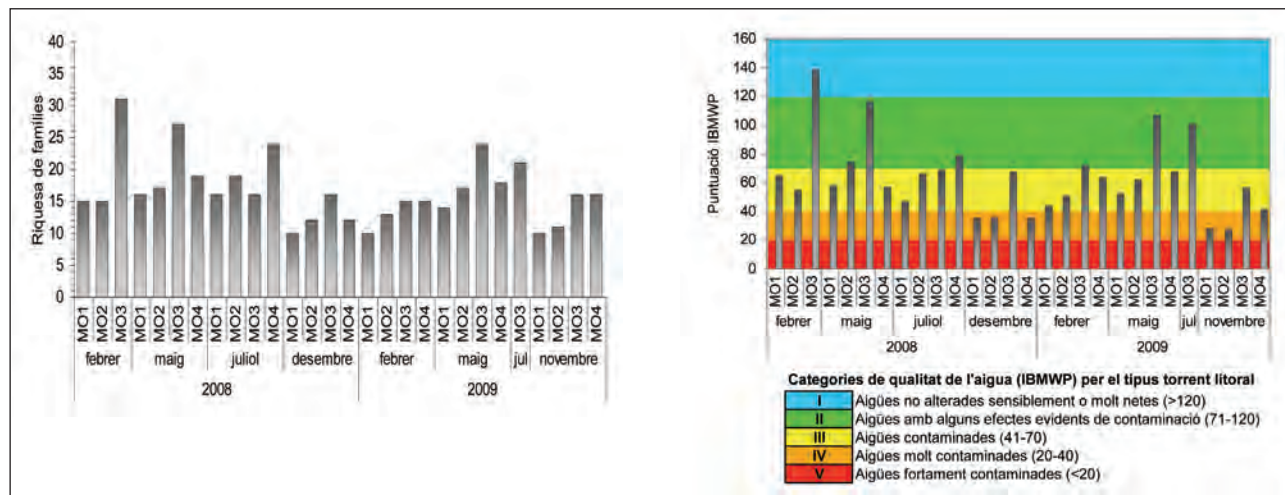
la dispersió aèria en el cas de coleòpters (17 gèneres-espècies) i heteròpters (7 gèneres-espècies). A més a més, hi destaca la presència de tàxons especialment sensibles a la contaminació de tipus orgànic, com ara el plecòpter perlòdid *Isoperla moselyi* i l'efemeròpter heptagènid *Ecdyonurus aurantiacus*.



Valors de l'índex IBMWP a la riera de Tossa de Mar dels anys 2007 i 2008.



Valors de l'índex IBMWP per als punts de mostreig de la riera de Rubiés (el Port de la Selva) el període 2006 – 2009, amb les corresponents categories de qualitat adaptades a la tipologia de «torrent litoral». Font: CERM



Riquesa de famílies de macroinvertebrats aquàtics presents a les mostres recol·lectades als punts de mostreig de la riera de Molinàs (Colera) els anys 2008 i 2009. Font: CERM.

Valors de l'índex IBMWP per als punts de mostreig de la riera de Molinàs (Colera) els anys 2008 i 2009, amb les corresponents categories de qualitat adaptades a la tipologia de «torrent litoral». Font: CERM.

En canvi, els anys eixuts, riera avall de l'EDAR de Tossa (To2) la riquesa taxonòmica és relativament inferior que al tram de riera amunt (To1), i s'hi detecta la presència de 21-27 gèneres-espècies. La pluviometria hi fa augmentar o disminuir lleugerament el grau d'eutròfia i de qualitat de l'ecosistema fluvial —possiblement provocat per l'aportació d'aigua regenerada. Els anys humits, la riquesa és molt similar als dos trams —la pèrdua de la riquesa no és significativa—, però l'entrada indirecta de l'aigua regenerada elimina algunes espècies sensibles, com l'efemeròpter heptagènid *Ecdyonurus aurantiacus* i els amfípodes de la família Niphargidae (Ortiz [et al.], 2008).

Així mateix, als punts de capçalera, com el torrent d'Aiguafina (To9), amb un valor de l'índex IBMWP elevat, hi ha moltes espècies més sensibles a la contaminació orgànica ja trobades a la riera i s'hi afegeix el plecòpter cloropèrlid *Siphonoperla torrentium*.

Durant els anys d'estudi (2002-2009) s'ha considerat positiva per a l'ecosistema fluvial l'aportació d'aigua regenerada de l'EDAR de Tossa a la riera de Tossa. En general, té uns efectes destacables en l'estructura i el funcionament de la riera, tot i que els anys eixuts, com el 2008, la qualitat ecològica al tram situat riera avall de l'EDAR (To2) pugui resultar lleugerament inferior respecte del tram situat riera amunt (To1). La infiltració d'aigua regenerada permet que l'aigua hi flueixi durant un període de temps més llarg que si no se'n fes la infiltració al subsòl i, per tant, també és un element clau per a la supervivència de moltes espècies vegetals —la mateixa vegetació de ribera— i animals, com és el cas dels macroinvertebrats aquàtics i d'alguns peixos, com l'anguila, que havia arribat a desaparèixer i ara hi manté una població regular.

Dissortadament, l'efecte de l'aigua regenerada de l'EDAR de Tossa només es nota uns centenars de metres

per sota de l'entrada d'aigua, fins al començament del nucli urbà; no sol arribar fins a la desembocadura. En semblen ser causes el tipus de substrat predominant a la llera, el sauló, la magnitud de les extraccions d'aigua subterrània en aquell sector i, especialment, la recanalització de la llera, feta periòdicament per part de personal de la brigada municipal per criteris estètics discutibles.

Com a conclusió, l'increment en l'aportació d'aigua tractada a l'EDAR de Tossa de Mar cap a la riera, juntament amb les actuacions de rehabilitació del bosc de ribera promogudes per l'Àrea de Medi Ambient de l'Ajuntament de Tossa de Mar, han contribuït, fins ara, a millorar de manera considerable l'estat ecològic de la riera de Tossa. Per poder assolir-hi una qualitat bona o molt bona al llarg de tot l'any, caldria esmerçar una mica més d'esforç en la restauració de la vegetació de ribera fins a arran de mar —inclosa la llacuna litoral rere la platja— i deixar de recanalitzar periòdicament la part baixa de la riera.

Riera de Rubiés (o Romanyac, el Port de la Selva)

L'alteració humana i les condicions de confinament als trams baixos de la riera fan minvar considerablement la riquesa de famílies i gèneres-espècies tot l'any. Es recomana certa cautela en la interpretació dels valors dels índexs biològics; en aquests casos, l'hàbitat possiblement limita de manera important la presència de certes espècies. L'any 2008 es van trobar 55 gèneres-espècies entre tots els punts mostrejats a la riera de Rubiés, una xifra sensiblement inferior a la de l'any 2007 (77) i de l'any 2006 (96). La causa principal d'aquesta diferència de riquesa taxonòmica sembla ser la sequera extrema, ja

que les precipitacions van resultar especialment escasses l'any 2008 i també l'any anterior.

El tram superior, el de la riera al Pla de la Gorga (ROM1), presenta una bona qualitat del bosc de ribera, però els valors dels índexs biològics són més aviat baixos i això es relaciona amb la manca d'aigua en algunes èpoques, característica d'aquest tipus de torrents litorals de règim mediterrani. La sequera de l'any 2008 va fer que desapareguessin les espècies adaptades a condicions de corrent elevades, amb l'excepció d'un plecòpter (*Nemoura lacustris*) i un tricòpter (Limnephilidae).

El tram mitjà de la riera de Rubiés, el situat al Pla d'en Quim (ROM2), presenta una major diversitat de macroinvertebrats aquàtics i una qualitat de les aigües molt bona, amb uns valors d'índexs biològics elevats, tot i la mala qualitat de la ribera per causa principalment de les pressions agrícoles —plantacions d'oliveres i vinya. El valor màxim de qualitat biològica obtinguda a partir de l'índex IBMWP va ser de 72 punts (bona) el mes de febrer de l'any 2008 al Pla d'en Quim (ROM2) i de 148 punts (molt bona) l'any 2007 —molt més humit—, fet



La riera de Rubiés (Port de la Selva, Alt Empordà) al Pla d'en Quim, per l'agost de 2006. [Foto: Marc Ordeix - CERM]

que indica una qualitat de l'hàbitat bona o molt bona en funció de la pluviometria. Tot i això, aquest tram de la riera presenta una diversitat elevada de vegetació aquàtica i de substrat, cosa que hi afavoreix una riquesa taxonòmica elevada de macroinvertebrats. Hi resideix algun tàxon indicador de la bona qualitat de les aigües —per la seva sensibilitat a la contaminació—, com el plecòpter *Nemoura lacustris* (Nemouridae), encara que l'any 2007 hi havia més espècies igualment sensibles, com *Isoperla moselyi* (Perlodidae) i l'efemeròpter *Thraululus bellus* (Leptophlebiidae).

El tram situat per sobre de l'Estació Depuradora d'Aigües Residuals (EDAR) de Port de la Selva (ROM4) està afectat per les condicions de sequera; el cabal hi és pràcticament inexistent. Pel que fa al tram situat sota de l'EDAR del Port de la Selva (ROM5), les conseqüències de la sequera són menys dràstiques que als trams situats riera amunt gràcies a la proximitat del nivell del mar i, sobretot, a les aportacions d'aigua tractada de l'EDAR del Port de la Selva. El nivell de l'aigua en aquest tram varia poc; no hi circula habitualment. Per l'octubre del 2008, per exemple, s'hi va trobar únicament un dípter de la família dels limònids. Els valors de l'índex IBMWP han estat sempre molt semblants: la qualitat es classifica com a dolenta a la primavera i passa a pèssima a l'estiu i a la tardor.

El fet de trobar-se en una zona costanera on la pressió turística és alta, sobretot a l'estiu, fa que les característiques naturals es vegin afectades per una gran explotació de l'aquífer al·luvial, a banda del fet que l'EDAR de Port de la Selva aboca l'aigua de manera discontinua al llarg del dia (per causa del mateix procés de tractament i de la recollida periòdica d'aigua regenerada per part de camions cisterna per a diversos usos) i encara conté clor residual (aplicat per evitar problemes sanitaris a la platja).

Els valors baixos dels índexs d'hàbitat en aquesta part baixa alerten que la morfologia del tram pot limitar la presència de certes espècies i, per tant, seria desitjable plantejar-hi un projecte de restauració —o com a mínim rehabilitació— ecològica.

Riera de Molinàs (Colera)

L'estat ecològic de la riera de Molinàs reflecteix a grans trets el bon estat de conservació d'una conca fluvial pràcticament sense presència humana estable. Es va detectar una gran riquesa taxonòmica al tram de riera situat aigua avall de la bassa del Molí (MO3), on es van arribar a capturar una trentena de famílies de macroinvertebrats els mesos de febrer (38 gèneres-espècies pertanyents a 31 famílies) i maig de 2008 (27 gèneres-espècies pertanyents a 27 famílies). A la mateixa riera, al sector de l'Olivet de Siols (MO4), el mes de juliol es van identificar 24 famílies (i 26 gèneres-espècies).



La bassa del Molí de la riera de Molinàs (Colera, l'Alt Empordà) pel febrer de 2009. [Foto: Núria Sellarès - CERM]

A més a més, al tram de la riera de Molinàs aigua avall de la bassa del Molí (MO3) es van detectar espècies considerades molt sensibles a la contaminació, com els plecòpters *Nemoura lacustris* (Nemouridae) i *Isoperla moselyi* (Perlodidae) o l'efemeròpter *Thraulius bellus* (Leptophlebiidae). Aquesta riquesa notable i la qualitat biològica associada, tan regulars al llarg de l'any, podrien ser explicades per l'estabilitat hídrica que proporciona la llera impermeable de la riera en aquest tram, cosa que possiblement també permet —de manera excepcional a la pràctica totalitat de la riera— la permanència d'altres grups de fauna aquàtica, com són diverses espècies de rèptils (serp d'aigua (*Natrix maura*) i tortuga de rierol (*Mauremys leprosa*)), amfibis (granota verda (*Pelophylax perezi*), tritó verd (*Triturus marmoratus*) i salamandra (*Salamandra salamandra*), de requeriments centroeuropeus o submediterranis) i peixos (barb de muntanya (*Barbus meridionalis*)).

Els valors més baixos de riquesa taxonòmica dels trams de la riera de Molinàs es van detectar al tram

de l'Olivet de Siols (MO4) durant el mostreig del mes de desembre: s'hi van capturar únicament 13 gèneres-espècies de 12 famílies diferents. Un resultat semblant es va trobar tant a la capçalera, al rec de Sant Miquel (MO1), com a la Coma de l'Infern (MO2), on no es va arribar a la vintena de gèneres-espècies (16 corresponents a 10 famílies a MO1 i 16 corresponents a 12 famílies a MO2).

Els mostreigs de la riera de Molinàs l'any 2008 van donar, doncs, valors de l'índex de qualitat IBMWP, en general, força baixos. Això no obstant, no es pot considerar que la majoria dels trams estiguin contaminats o tinguin símptomes evidents de contaminació, sinó que els valors de l'índex IBMWP possiblement són modestos per causa de l'estrès associat a un estiatge molt perllongat i persistent.

D'altra banda, i de manera sorprenent en la situació climatològica indicada, es van detectar valors molt elevats de l'índex IBMWP al tram de la riera a la bassa del Molí (MO3; IBMWP = 138), que permet considerar-la



Exemplar de barquer (*Notonecta* sp.) de la riera de Molinàs a l'Olivet de Siols (MO4), trobat pel juliol de 2008. [Foto: Lluís Sala]



Exemplar d'escorpi d'aigua (*Nepa cinerea*) de la riera de Molinàs a l'Olivet de Siols (MO4), trobat pel juliol 2008. [Foto: Lluís Sala]

d'aigües molt netes. Aquest valor s'atribueix a la riquesa taxonòmica d'aquest punt i a la presència, ja descrita, d'un nombre elevat de gèneres-espècies de macroinvertebrats aquàtics —essencialment plecòpters, efemeròpters i tricòpters— considerats molt sensibles, indicadors de molt bona qualitat, i altres grups de fauna vertebrada aquàtica.

La poca presència de macroinvertebrats aquàtics i l'absència de vida piscícola a la majoria dels trams es pot explicar, sobretot, per la temporalitat de l'aigua a molts sectors de la riera (MO1, MO2, MO5 i MO6) i per la connectivitat deficient amb el medi marí —deguda sobretot a l'endegament del tram final de la riera—, si bé no es descarta que en algun punt aquesta presència també es vegi limitada per la qualitat de l'aigua, fruit de contaminació difusa de baixa intensitat (MO4).

Seria desitjable, doncs, estudiar la possibilitat de rehabilitar la hidromorfologia del tram final de la riera i restaurar-hi els cabals, encara que siguin intermitents, per mitjà de l'aplicació d'aigua residual depurada i regenerada.

Tot i que a molts sectors, l'aigua hi és intermitent o molt temporal de manera natural, també és cert que això es veu agreujat per les extraccions humanes. Amb el propòsit d'incrementar a més de la meitat els trams de rieres de la Costa Brava amb un bon estat ecològic, es veu positivament la possibilitat de compensar les captacions d'aigua dels aqüífers de les parts baixes de les rieres amb l'aportació d'aigua regenerada procedent de les EDAR de la Costa Brava, juntament amb altres actuacions, d'estalvi d'aigua, restauració de la vegetació de ribera i correcció de les alteracions geomorfològiques de les rieres.



/ III. Els macroinvertebrats, eines d'educació i sensibilització ambientals

7. UN PONT ENTRE LA RECERCA I LA CIUTADANIA

Núria Sellarès, Èlia Bretxa i Marc Ordeix

Existeix una necessitat nova que uneix el conjunt de les condicions naturals, físiques, químiques i biològiques amb les culturals i la seva influència en els organismes vius i en les activitats humanes. És el cas de la millora i la conservació del medi en general, i de l'aigua en concret. Al nou mil·lenni, l'ambientalisme s'ho juga tot en el sistema de valors preeminent, en la seva sostenibilitat i l'ús de la informació de l'entorn.

Hi ha força experiències que demostren que justament la recerca en història natural en general, i en ecologia en particular, es pot associar perfectament amb l'educació ambiental i la sensibilització ciutadana. Al nostre país, com a arreu d'Europa i a d'altres països, hi ha diversos exemples de les activitats de recerca que es fan a través de la participació ciutadana i el voluntariat: el Projecte Orenetes (<www.orenetes.cat>) i el Seguiment d'Ocells Comuns (SOC)

(<www.ornitologia.org/monitoratge/socc.htm>), que coordina l'Institut Català d'Ornitologia, el Seguiment d'Amfibis de Catalunya (SAC) (<www.projectesac.org>), que coordina Adianthus consultoria ambiental, el Seguiment de papallones de Catalunya, Andorra i Illes Balears (Catalan Butterfly Monitoring Scheme, CBMS) (<www.catalanbms.org>), que coordina el Museu de Granollers Ciències Naturals «la Tela» i, ja estrictament en el camp dels macroinvertebrats aquàtics, el seguiment d'odonats, que coordina Oxygastra, grup d'estudi dels odonats de Catalunya (associat a la Institució Catalana d'Història Natural-Institut d'Estudis Catalans) (<www.oxygastra.org>), el de l'Associació Catalana de Malacologia (entitat adherida a la ICHN-IEC) (<www.molluscat.com>) i el Projecte Rius (<www.projecte-rius.org>) de l'Associació Hàbitats, que es comenta amb més detall en un capítol posterior.

Però, què tenen els macroinvertebrats aquàtics que es puguin convertir en una eina d'educació i sensibilització ambientals? Com és que aquestes bestioles, generalment petites, desconegudes i poc vistoses, permeten construir un pont entre la recerca i la ciutadania?



Odonat de la família dels libel·lúlids i de l'espècie *Libellula quadrimaculata*. [Foto: David Vilasís]



Odonat de la família dels èsnids i de l'espècie *Hemianax ephippiger*. [Foto: David Vilasís]

Segurament que la resposta es troba en la mateixa pregunta. És precisament pel fet que es tracta d'animals poc coneguts que, quan els tenim al davant, quan som conscients de la seva activitat i diversitat, el seu descobriment pren fins i tot un cert sentit màgic i potser misteriós, i això n'estimula l'observació.

En el procés de descoberta d'un macroinvertebrat aquàtic hi entren en joc molts factors, que fan que l'activitat no sigui gens senzilla. D'entrada, cal triar un tram de riu, un estany o una bassa, acostar-nos-hi, disposar de les eines necessàries i, el més complicat: saber què cal buscar i on trobar-ho. Aquí comença la veritable descoberta. Els macroinvertebrats són éssers que no viuen únicament submergits en una bassa o en un riu o surant a la pel·lícula d'aigua. Uns viuen enganxats sota les pedres, d'altres enmig de les arrels de la vegetació de ribera o entre la boga i el canyís i alguns fins i tot enterrats uns quants centímetres al llim o a la sorra del riu. N'hi ha que només poden viure en el corrent del riu i n'hi ha que només en petites basses o zones on l'aigua queda retinguda, quieta. És a partir d'aquí que es pot començar a entendre que un riu és molt més que un canal per on circula aigua. En definitiva, darrere el coneixement dels macroinvertebrats aquàtics s'hi amaga el descobriment del riu i tots els seus ambients naturals.

L'estudi d'aquestes bestioles d'aigua, a més, es fa en un ambient sovint bonic i relaxant. Els rius i els estanys són espais on les persones han desenvolupat una infinitat d'activitats d'oci i esbarjo al llarg de la història. L'aigua i els ambients humits de les riberes són ideals per passar les tardes de la primavera i de l'estiu mediterranis. Prop de l'aigua, buscant invertebrats, sovint també es té la sensació d'harmonia amb l'entorn.

Per poder observar correctament els macroinvertebrats aquàtics, per anar bé, ens cal ficar-nos a l'aigua. Al riu aixecarem els còdols amb cura i recollirem en un salabre tot el que els envolta; igualment, a les gorgues o en una



Larva de frigània o tricòpter de la família dels limnèfil·lids. [Foto: Jesús Ortiz]



Nàiade (*Unio* sp.) de la família dels uniònids, de la part baixa de l'Ebre. [Foto: Marc Ordeix]



bassa passarem el salubre entre les arrels i les herbes de la vora i del fons. Finalment, abocarem tot el material aplegat en una safata: en sorgirà un gran tresor. Tindrem una barreja de troncs, pedres, sorra, algues, trossos de plantes i, potser, també algun tros de plàstic o altra mena de residu. Enmig de tot això, s'intueixen petites bestioles que es mouen i donen sentit a aquest esforç de mostreig. De mica en mica, com si se sentissin atrets per alguna mena d'encanteri, apareixeran individus minúsculs amb cossos i moviments estrambòtics, dignes de qualsevol pel·lícula d'extraterrestres (sort que són tan petits!).

D'aquests individus, els uns neden a la superfície de l'aigua. D'altres només poden ser vistos amb ulls inquiets i tossuts, si es remena la sorra perquè estan incrustats en alguna petita pedreta. També n'hi ha que, amb potents ventoses, s'enganxen sorruts a la safata blanca i, sovint, no ens adonem de la seva presència fins al darrer moment de la nostra observació. La satisfacció és immensa quan, enmig de les pedres distingim el cap d'un cos ben estrafolari amagat en una capseta amb forma de tub o de corn —una obra arquitectònica majestuosa, vista amb la lupa. Tot això, per no parlar d'una colla d'individus movedissos i àgils, que intenten escapar de la nostra vista amagant-se sota les fulles o els tronquets. Es tracta d'un món subaquàtic minúscul, però no per això menys fantàstic.

Quan es coneix aquest fantàstic món subaquàtic, es genera automàticament la necessitat d'observar els rius d'una altra manera, de veure sabaters caminant (o saltant?) damunt de l'aigua o, fins i tot, si la profunditat i la velocitat de l'aigua ho permeten, d'entrar dins l'aigua per aixecar una pedra o remenar entre les arrels o les plantes aquàtiques.

A banda del plaer de la descoberta d'aquest nou món desconegut i minúscul, la relació entre la presència o l'absència de determinats macroinvertebrats aquàtics i l'estat ecològic dels rius és evident. Allò que podia semblar només una descoberta extraordinària o una petita aventura màgica pot esdevenir, també, una experiència científica i una bona eina per conèixer la qualitat de l'aigua i l'estat dels rius i les zones humides. El coneixement dels macroinvertebrats ens dóna, a més, una nova perspectiva dels rius, basses i estanys. Ens ajuda a comprendre'ls com a ecosistemes diversos, sovint complexos i alhora fràgils.

Per tant, la capacitat d'analitzar la qualitat ecològica d'una massa d'aigua a través d'una activitat tan gratificant com l'estudi dels macroinvertebrats aquàtics és el que converteix aquesta activitat en una bona eina per a la sensibilització i educació ambiental, que permet construir aquest pont entre la recerca i la ciutadania.



8. MACROINVERTEBRATS I VOLUNTARIAT AMBIENTAL EN RIUS I AIGUAMOLLS

Sílvia Gili

Els nostres rius

Tots sabem que els rius són molt més que aigua bruta o neta que baixa fins al mar; que els rius són un patrimoni natural, cultural i històric; que han estat i són encara les artèries agrícoles, industrials i econòmiques del nostre país i els principals eixos de comunicació; que bevem i vivim dels rius i que hi estem lligats estretament, encara que de vegades no en siguem conscients.

L'aparició de moviments socials per a la defensa i la protecció del medi ambient va ser una llavor que ha afavorit el creixement de la sensibilització cap a la protecció del nostre patrimoni natural, fins al punt que el que va començar com un moviment marginat i marginal ha arribat a jugar un paper fonamental en la nostra societat.

D'altra banda, al llarg de la història els rius sempre han estat uns ecosistemes plens d'encant i atractiu per a moltes cultures i tradicions. Sempre ens ha fascinat veure l'aigua corrent al llarg d'un riu, les piruetes que fa al topar amb els còdols o les ones que crea en una platja.

Aquesta relació tan especial amb els rius, com també el fet que les nostres societats han viscut sempre lligades a l'aigua, ha estat possiblement la clau que ha fet que iniciatives com les que us presentem a continuació hagin tingut una bona acceptació entre la societat i s'hagin desenvolupat amb èxit. No tan sols per la metodologia usada com a forma de canvi de cultura pel que fa a la relació amb els rius, sinó també pels resultats obtinguts en la seva gestió i protecció.

Iniciatives de voluntariat en rius

Aquests projectes, en què la participació ciutadana i el voluntariat ambiental són uns elements clau, ja fa temps que es duen a terme en altres països amb resultats espectaculars. Us presentem diversos projectes, cadascun amb les seves particularitats però tots amb l'objectiu de vincular les persones als rius.

Una de les iniciatives pioneres és el programa *Riverways*. Es creà l'any 1987 a Massachusetts, als Estats Units d'Amèrica, i està liderat i gestionat per l'administració (Massachusetts Department of Fish and Game). El programa *Riverways* té per objectiu protegir els rius com a principal font de recursos d'aigua dolça i, sobretot, encoratjar i donar suport a les iniciatives locals com a complement de les accions dutes a terme des de l'administració. Dins aquest programa s'han desenvolupat diversos subprogrames tant per satisfer les necessitats que poden tenir els rius com per proporcionar les eines que necessiten els ciutadans per protegir i restaurar la qualitat de l'aigua, els hàbitats, etc. En definitiva, per tornar a connectar les persones amb els seus rius. I, sobretot, aquest programa posa l'èmfasi en el treball conjunt entre entitats, ciutadans, administracions i altres sectors per crear les polítiques per gestionar els ecosistemes fluvials. El fet de tenir uns ecosistemes fluvials en bon estat permetrà obtenir beneficis a molts nivells (turisme, activitats recreatives...)

Un exemple de programa que trobem dins del *Riverways* és l'*Adopt a Stream*, que proporciona eines de control i seguiment que ajuden els ciutadans a l'hora de conèixer el funcionament dels rius. Aquest programa, per tant, planteja un treball integrador tant a nivell social com a nivell ambiental.

Un altre projecte a tenir en compte és *Ibaialde*. Un projecte nascut el 1996 amb l'objectiu de difondre els

ecosistemes fluvials al País Basc. Sobretot és un programa de sensibilització sobre la importància de conservar rius i riberes. Hi poden participar persones a títol individual o grups organitzats i es basa en l'experimentació directa sobre el medi. Consisteix en una presa de dades de paràmetres diversos (físics, biològics, de qualitat, de presència de deixalles, sobre les construccions històriques, etc.) i, d'altra banda, busca generar opinió i debat sobre tot allò observat.

Amb tota la xarxa de grups es genera una gran quantitat de dades que es posa a disposició pública. Per tant, és sobretot un projecte de sensibilització ambiental.

Al Regne Unit, al llarg de diversos anys es va dur a terme una iniciativa anomenada *River watch*, en la qual s'analitzaven i estudiaven els rius en diverses fases i que anava, sobretot, dirigida a escolars. Se seguia un protocol estandarditzat en el qual s'establien dades concretes de mostreig i en què en cada etapa escolar s'estudiaven aspectes diversos dels rius per tal de tenir-ne una visió completa.



Sortida formativa de l'Associació Hàbitats-Projecte Rius al riu Congost a Granollers (Vallès Oriental) per l'abril de 2008. [Foto: Associació Hàbitats-Projecte Rius]

Per tant, són diverses les iniciatives que s'han dut a terme o que continuen funcionant arreu del món, cadascuna amb les seves particularitats i adaptacions però totes amb l'objectiu de promoure aquest apropament i coneixement dels rius.

El voluntariat als rius catalans

A Catalunya, davant la creixent preocupació pels temes ambientals i les inquietuds per saber i actuar que tenia la gent, es va veure la necessitat de dur a terme alguna iniciativa que apropés les persones als rius i alhora els donés eines per actuar i poder participar activament en la seva protecció. Així fou com es va començar a gestar, ara fa gairebé 15 anys, el que acabaria sent poc temps després el Projecte Rius.

En aquest context, es pretenia trobar una fórmula per apropar les persones als rius amb l'objectiu que tothom pogués conèixer-los, entendre'n el funcionament i, a



Realització d'una diagnosi d'un tram de riu per part d'un grup de voluntaris ambientals. [Foto: Associació Hàbitats-Projecte Rius]



partir d'aquí, poder participar d'una manera activa en la seva gestió i protecció.

El Projecte Rius sorgí com una iniciativa de l'Associació Hàbitats, una entitat creada per un grup de biòlegs per tal de conservar determinats hàbitats a partir de metodologies que impliquessin les persones i les fessin protagonistes de la seva protecció.

A partir de les experiències viscudes al Regne Unit i als Estats Units d'Amèrica, es van dissenyar i crear unes eines que permetessin l'apropament de les persones cap als nostres rius. Per a això, es va comptar amb la col·laboració del Departament d'Ecologia de la Universitat de Barcelona, que es va implicar en la realització d'aquests materials seguint la seva metodologia adaptada, però, a les necessitats i a la filosofia del Projecte Rius. També es va rebre el suport del Grup de Defensa del Ter per tal de testar tota la metodologia sobre el terreny i portar el projecte a d'altres àmbits de la societat.

El Projecte Rius és un programa de conscienciació i participació ciutadana per a la defensa i millora dels

nostres rius. Es basa en tasques de vigilància i control per determinar l'estat ecològic dels rius amb grups de voluntaris a nivell local amb l'objectiu final que es facin responsables de la custòdia, a través de l'adopció, del riu que passa pel seu municipi.

Els grups de voluntaris escullen un tram de riu, rierol, etc. d'uns 500 metres. Aquests grups són molt diversos, ja que hi pot participar tothom qui ho vulgui: grups d'amics, famílies, associacions de pescadors, entitats diverses... L'objectiu primer i la primera fase del projecte és que coneguin i entenguin com funciona un riu i la importància que tenen els diferents elements que hi trobem. Per això se'ls faciliten uns materials i una formació per tal que puguin analitzar l'estat de salut del riu. Aquesta anàlisi consisteix a fer una diagnosi basada en paràmetres descriptius de l'ecosistema, paràmetres físics, químics, biològics i culturals. Dins la part d'anàlisi biològica es determinen els diversos grups que podem trobar, tant animals com vegetals, tot posant especial èmfasi en els macroinvertebrats com a bioindicadors de l'estat de salut del riu.

Amb totes les dades obtingudes per tots els voluntaris es fa un informe on es reflecteix com estan els rius catalans i es presenta als mitjans de comunicació. La importància d'aquest informe radica, sobretot, en el fet que aquest document ha estat fet amb la tasca de milers de persones. Milers de persones que s'apropen als rius per comprendre'ls i conèixer-ne la importància social i ambiental. I, sobretot, es treballa en xarxa a través de les diferents conques hidrogràfiques o per temàtiques concretes, però els rius esdevenen el fil conductor per mobilitzar milers de persones que s'associen per compartir, engegar i emprendre noves accions per millorar-los.

Alguns dels grups de voluntaris decideixen passar a una segona fase d'implicació i adopten el tram de



Resultat d'una jornada de voluntariat: «Fem dissabte!» al riu Ter a la font del Peretó (les Masies de Voltregà, Osona) pel juny de 2008. [Foto: Èlia Bretxa-CERM]

riu que han estat inspeccionant. L'adopció implica un major grau de compromís, significa passar a l'acció i realitzar actuacions per millorar de forma clara i directa l'ecosistema. D'aquesta manera, els grups custodien trams de riu. Les accions poden anar des de neteges o plantacions fins a projectes de restauració ecològica i social dels espais.

Per tant, aquest projecte persegueix uns resultats de millora ecològica dels rius, treballant des d'un vessant social i d'implicació ciutadana en la gestió dels espais fluvials tal com indica la *Directiva Marc de l'Aigua*.

Actualment hi ha més de 800 grups de voluntaris que vigilen i mostregen periòdicament trams de riu. Aquests grups es troben arreu de Catalunya i cobreixen totes les conques catalanes.

Una xarxa de voluntariat internacional

Al llarg dels últims anys hi ha hagut un interès creixent d'altres territoris per aplicar aquesta iniciativa. L'any 2004 es va començar d'aplicar a Galícia a tra-

vés de l'entitat ADEGA, que establí un conveni de col·laboració amb l'Associació Hàbitats. Després s'hi afegí l'Associació Xúquer Viu, que acabaria creant la Fundació Limne per dur a terme el Projecte Rius. Llavors es decidí crear una xarxa que pogués agrupar totes les entitats que duïen a terme el Projecte Rius al llarg dels territoris. Posteriorment s'hi van incorporar l'Associación Territorios Vivos, de Madrid, el CIMA, de Cantàbria, i ASPEA, de Portugal.

Així, doncs, es va constituir la Xarxa Projecte Rius formada per sis entitats que, tot i aplicar la mateixa metodologia i filosofia, han adaptat la iniciativa a la idiosincràsia de cada territori: la seva llengua, les seves particularitats etnològiques, culturals, etc.

Projecte Rius també s'està consolidant en col·laboració amb entitats locals a Mèxic, a Bòsnia i Hercegovina i al Brasil.

Per tant, l'experiència d'aquests darrers anys a casa nostra de realitzar una tasca similar a la d'altres projectes d'arreu del món ha servit per posar a primera plana la gestió de l'aigua i, sobretot dels rius, que ha esdevingut un debat de tots.

9. L'AULA DEL RIU DEL CENTRE D'ESTUDIS DELS RIUS MEDITERRANIS-MUSEU INDUSTRIAL DEL TER

Èlia Bretxa, Núria Sellarès i Marc Ordeix

L'Aula del Riu és el nom que rep l'àmbit del Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis-Museu Industrial del Ter (Manlleu, Osona) destinat específicament a la sensibilització i l'educació ambientals. L'Aula del Riu disposa (a finals de l'any 2009) d'un laboratori de pràctiques, d'una aula i d'una exposició-taller. Organitza una gran quantitat de tallers, però també sortides i altres activitats dirigides, sobretot, a centres educatius. També n'hi ha d'enfocades al públic en general.

Aquestes activitats d'educació ambiental es van fer visibles a partir del mes de juny de l'any 2004, moment de la inauguració de l'edifici del Museu Industrial del



Imatges de l'activitat d'un taller i a les instal·lacions de l'Aula del Riu del Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis.

Ter. En aquell moment es va donar el tret de sortida a un projecte educatiu ideat per l'equip del Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis, amb l'assessorament de diversos membres de la Facultat d'Educació de la Universitat de Vic. Es va partir de l'exposició permanent «Els Rius Mediterranis», present a la segona planta del museu, i de les activitats de recerca del Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis —sobretot associades a l'avaluació de l'estat ecològic de rius (vegetació de ribera, macroinvertebrats aquàtics, peixos, etc.) i a solucions per millorar la connectivitat dels rius per als peixos—, i de restauració ecològica i custòdia d'espais fluvials.

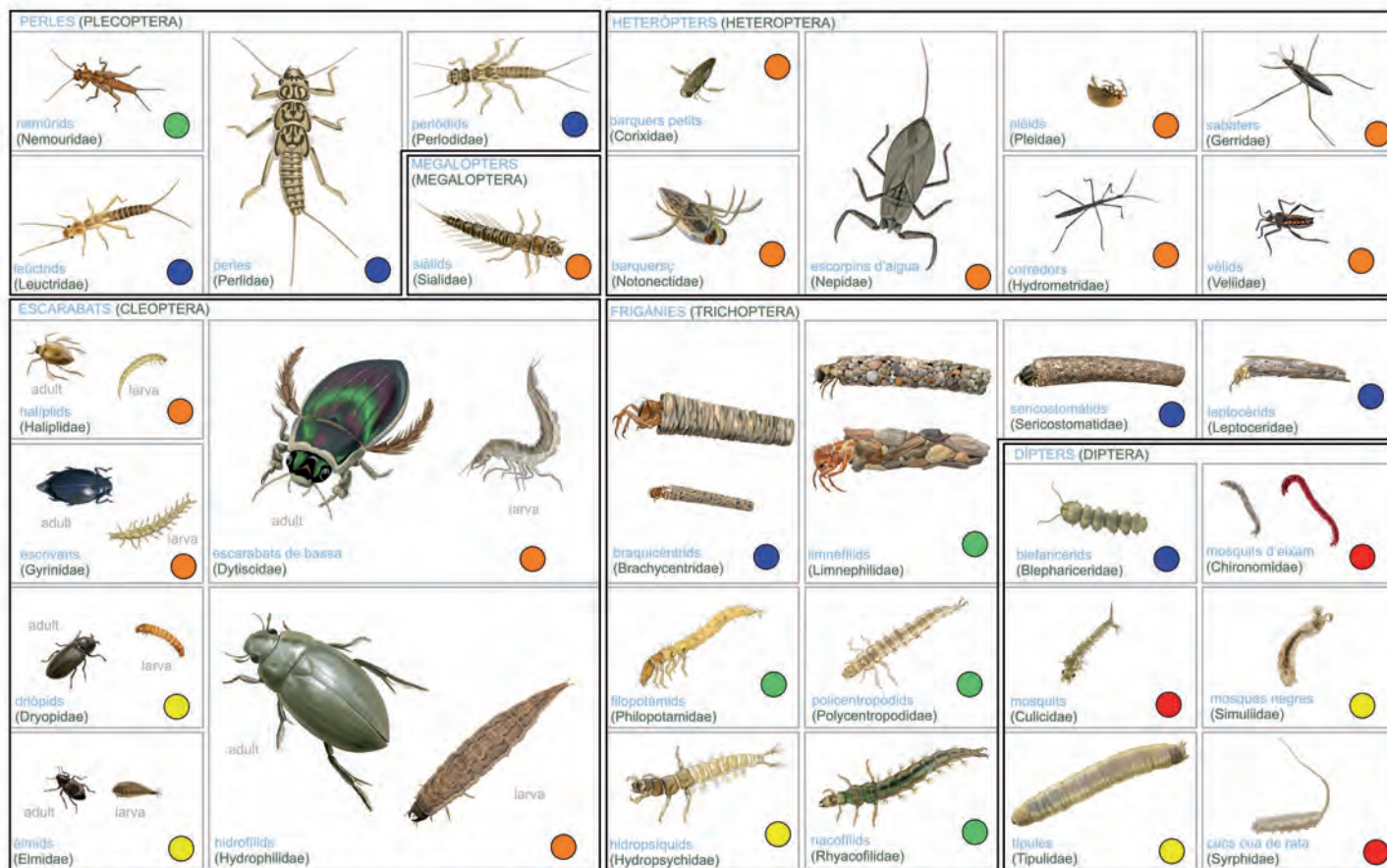
Es tracta d'un projecte obert que consisteix en l'elaboració de tallers dirigits als diversos nivells educatius amb la finalitat de sensibilitzar el visitant i oferir-li la possibilitat d'aprofundir en el coneixement dels ecosistemes fluvials. Els visitants/alumnes adopten el paper d'investigadors del riu i han de cercar respostes a les problemàtiques que se'ls plantegen.

Aquest projecte es fa realitat a través de l'oferta educativa del conjunt del Museu Industrial del Ter, que s'actualitza cada any. Va dirigida a diferents nivells educatius i se centra fonamentalment en el coneixement del riu a partir del treball de camp: la vida a l'aigua, la qualitat de l'aigua, els indicadors biològics, etc. L'entorn natural proper, i, com a nucli central, el riu, és el recurs més important per tal que funcionin el conjunt d'aquestes activitats. Les fitxes, els aquaris, les lupes binoculars i altres eines i materials són només una guia. Els alumnes hi participen activament a través del plantejament d'una sèrie d'hipòtesis, la presa de contacte directe amb el medi i els organismes aquàtics, la reflexió i la resolució de les hipòtesis plantejades inicialment.

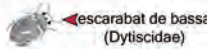
A tall d'exemple, els tallers que s'ofereixen el curs 2009-2010 són els següents:

MACROINVERTEBRATS

PLANÀRIES (TRICLADIDA)  dugesiids (Dugesidae) ●	CUCS (OLIGOCHAETA)  lumbricids (Lumbricidae) ●	SANGONERES (HIRUDINEA)  erpobdél·lids (Erpobdellidae) ●	CRUSTACIS (CRUSTACEA) pucers d'aigua (Cladocera) copépodes (Copepoda) ostracodes (Ostracoda) ●	 gàmmars (Gammaridae) ●	 cranc de riu ibàric (Astacidae) ●
MOL·LUSCS (MOLLUSCA)  ancils (Ancylidae) ●	 hidrobids (Hydrobiidae) ●	 glossifònds (Glossiphoniidae) ●	ARÀCNIDS (ARACNIDA)  àcars aquàtics (Hydracarina) ●	 àsel·lids (Asellidae) ●	 cranc de riu americà (Cambaridae)
 limnèids (Lymnaeidae) ●	 físids (Physidae) ●	EFÍMERES (EPHEMEROPTERA)  bèids (Baetidae) ●	 cènids (Caenidae) ●	LIBEL·LULES I ESPIADIMONIS (ODONATA)	
 planòrbids (Planorbidae) ●	 esfènds (Sphaeriidae) ●	 efemerèl·lids (Ephemereidae) ●	 leptofèbids (Leptophlebiidae) ●	 àsnids (Aeshnidae) ●	 gòmfid (Gomphidae) ●
 nàiades (Unionidae) ●	 heptagènids (Heptageniidae) ●	 efemerids (Ephemeraidae) ●	 calopterígids (Calopterygidae) ●	 lèstids (Lestidae) ●	 cenàgrids (Coenagrionidae) ●



Nivells de qualitat del riu

V	IV	III	II	I
Aigües molt brutes	Aigües brutes	Aigües una mica brutes	Aigües netes	Aigües molt netes
 larva de mosquit (Culicidae)  cuc de sang (Chironomidae)  cuc de fang (Tubificidae)	 sabater (Gerridae)  escarabat de bassa (Dytiscidae)  cargol d'aigua (Physidae)  cuc de terra aquàtic (Lumbricidae)	   tricópter hidropsíquid (Hydropsychidae)  efemeròpter bètid (Baetidae)  larva de mosca negra (Simuliidae) 	 plecópter leúctrid (Leuctridae)    ancil (Ancyliidae)   espiadimonis (Coenagrionidae) 	 efemeròpter heptageníid (Heptageniidae)    tricópter riacofilid (Rhyacophilidae)  tricópter d'estoig (Sericostrimatidae)  perla (Perlidae) 
				 Barb de muntanya (<i>Barbus meridionalis</i>)

Esquema didàctic sobre l'ús de macroinvertebrats aquàtics i peixos com a indicadors de l'estat ecològic d'un curs fluvial (els macroinvertebrats són redibuixats a partir de Tachet, 2000). Font: Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis-Museu Industrial del Ter, 2007.



Taller: *Sibil·la, l'anguila i Eduard, el barb* (educació infantil i primer cicle de primària)

Centrat en el cicle de vida de l'anguila, el taller permet conèixer els problemes dels rius i què podem fer per solucionar-los. Amb aquesta activitat, pensada per als més petits, es dona a conèixer l'entorn del riu i la importància de no malmetre'l i d'estalviar aigua. És molt dinàmic: els alumnes passegen, observen, oloren, escolten, classifiquen, pinten... mentre aprenen a valorar el riu.

Taller: *Observem els peixos i els altres habitants del riu* (educació primària)

Permet aprofundir en l'observació d'animals i plantes aquàtics i, més en concret, dels peixos. Els alumnes fan un petit recorregut a la vora de l'aigua i identifiquen els

ocells i les plantes pròpies de les riberes. Finalment, entren al laboratori i observen directament diverses espècies de peixos en aquaris, per estudiar-los en detall.

Sortida de camp Illes i meandres de les Gambires i Gallifa (riu Ter a les Masies de Voltregà, Osona)
(adaptat a primària, secundària i batxillerat)

L'objectiu de la sortida és valorar els meandres i illes, de gran interès ecològic, característics dels cursos mitjans i baixos dels rius. Es treballen els canvis en el paisatge fluvial, les surgències d'aigua subterrània i, a tocar el riu, s'estudien les espècies més característiques de flora i fauna, tant vertebrats com invertebrats aquàtics.



Taller: *Observem els peixos i els altres habitants del riu*. [Foto: Lluís Graner]

Taller: *Investiguem l'estat ecològic del riu*
(adaptat a primària, secundària i batxillerat)

Se centra en l'estudi i l'observació dels macroinvertebrats aquàtics per entendre'n el paper com a bioindicadors i, finalment, poder determinar l'estat ecològic del riu.

Els alumnes, asseguts a la vora del riu, es plantegen com el poden estudiar, a partir de l'observació de la vegetació de ribera, la qualitat de l'aigua, la fauna aquàtica, etc.



Taller: *Investiguem l'estat ecològic del riu* al Sorreigs a la font de la Prada (Sant Boi de Lluçanès) pel novembre de 2008. [Foto: Èlia Bretxa-CERM]

Després de fer una observació detallada de tot l'entorn, veuen com es recull una mostra de macroinvertebrats aquàtics i es procura que entenguin la seva relació amb la qualitat de l'aigua. Per determinar l'estat ecològic del riu, a l'Aula del Riu s'observen a ull nu els macroinvertebrats capturats en una safata i, seguidament, amb l'ajut d'una sèrie de lupes binoculars.

Quan els alumnes han pogut reconèixer els principals tàxons de macroinvertebrats de la mostra, es fa un repàs de les famílies observades i es determina l'estat ecològic del riu mitjançant el càlcul d'un índex biològic. Finalment, es reflexiona sobre els resultats obtinguts.

També s'ofereixen altres recursos complementaris a aquesta oferta, com la sortida de camp *Un passeig entre el canal industrial de Manlleu i el riu Ter* (a partir de cicle inicial d'educació primària) i el taller *Investiguem l'estat ecològic del riu* (adaptat a estudis superiors), complementat amb l'anàlisi de paràmetres físics i químics de l'aigua i una determinació més acurada dels macroinvertebrats aquàtics.



Taller: *Un passeig entre el canal industrial de Manlleu i el riu Ter*. [Foto: Lluís Graner]

En ocasions, l'equip del Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis fa algunes activitats, essencialment xerrades i conferències, fora de l'àmbit immediat del Museu Industrial del Ter. A tall d'exemple, el curs 2008-2009 s'ha portat a terme un projecte a la majoria d'escoles del Lluçanès, per encàrrec del Consorci del Lluçanès, consistent a combinar la realització del taller *Investiguem l'estat ecològic del riu* al curs fluvial més proper a cada escola amb la possibilitat que el grup es constitueixi com a membre del Projecte Rius i incorpori les dades obtingudes a la base de dades general d'aquesta enti-

tat, comuna per a tots els territoris de llengua i cultura catalanes.

Els tallers se centren, doncs, en el coneixement detallat del riu com a ecosistema i incentiven els alumnes a participar-hi activament. S'intenta trencar amb la rutina de l'aula convencional i portar a terme una activitat eminentment pràctica, relaxada però consistent. A la majoria de tallers i sortides, els alumnes segueixen a un nivell més o menys elemental procediments científics relacionats amb l'activitat real de recerca del mateix Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis.



Taller: *Investiguem l'estat de salut del riu*, basat en el coneixement dels macroinvertebrats com a indicadors de qualitat de l'aigua. [Foto: Marc Ordeix-CERM]



10. COM PODEM CONTRIBUIR A LA CONSERVACIÓ DELS MACROINVERTEBRATS AQUÀTICS?

Marc Ordeix

[...] si et quedes quiet a dins del llit, t'ensenyaré una cançó que a casa em cantaven per'nar a dormir.
Parla d'un bosc i d'un senyor que hi viu aïllat entre oms i flors i es protegeix dels mals humans amb un exèrcit d'animals.
[...]

(Guillem Gisbert i Roger Padilla, 2008)

A diversos països de la Unió Europea, un nombre considerable d'espècies de macroinvertebrats aquàtics de les comunitats originàries de diversos rius, per exemple efemeròpters, plecòpters, tricòpters i odonats, es consideren actualment extingides o en perill d'extinció (rars) (EEA, 2006). També a Catalunya, moltes espè-

cies de macroinvertebrats aquàtics continentals estan amenaçades greument, per problemes de contaminació orgànica i química (els plaguicides representen un perill greu) —tot i la millora relativa de la qualitat de l'aigua els darrers decennis—, pèrdua d'hàbitats —dessecació d'aiguamolls, falta d'aigua corrent, canalització de rius i torrents, destrucció de la vegetació de ribera, urbanització, etc.—, mala connectivitat ecològica —presència d'obstacles com les rescloses i les grans preses—, depredació i competència generades per espècies foranes —introduïdes accidentalment, a través de l'aqüicultura, l'aquariofília i la pesca esportiva—, infeccions fúngiques —com l'afanomicosi dels crancs—, etc.

També és cert que algunes espècies de macroinvertebrats ja han estat protegides per la legislació europea i catalogades en perill d'extinció (la nàiade auriculada, escarabats del gènere *Dytiscus*, algunes libèl·lules, etc.), però això no serveix de res si no prossegueix la tendència, sortosament ja iniciada, de conservar i millorar l'estat ecològic dels ambients aquàtics. Per tant, s'ha de treballar



Nàiade (*Potomida littoralis*) al riu Ebre aigua avall de Móra d'Ebre (Ribera d'Ebre), morta possiblement per causa de les oscil·lacions dels nivells de l'aigua degudes a les explotacions hidroelèctriques, que deixen la llera parcialment eixuta diverses hores al dia. Abril de 1994. [Foto: Marc Ordeix-CERM]



Instal·lacions d'un centre de reproducció de cranc ibèric i nàiades: Camadoca (Santa Maria de Merlès, Berguedà). [Foto: Marc Ordeix-CERM]



Parella d'odonats de la família dels líbel·lúlids, de l'espècie *Libellula depressa*, mascle (a dalt) i femella (a baix). [Foto: David Vilasís]

en consonància amb les indicacions de les dues directives europees amb una influència essencial en l'àmbit fluvial i altres zones humides: la *Directiva Hàbitats (92/43/CEE)* i la *Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE)*.

En aquest sentit, és imprescindible no contaminar en cap cas les masses d'aigua —gestionar correctament els residus ramaders i depurar la totalitat de les aigües residuals de cases i empreses—, no fer servir plaguicides de cap mena o restringir-los tant com sigui possible, i



Odonat de la família dels èsnids, de l'espècie *Boyeria irene*. [Foto: David Vilasís]

denunciar qualsevol impacte negatiu que puguem detectar.

Així mateix, cal promoure l'establiment de cabals ambientals, la restauració de la vegetació de ribera —que té una gran importància en la millora de la qualitat físicoquímica i biològica de l'aigua, perquè proporciona refugi i recursos a una gran varietat d'espècies i és un element essencial en la conservació de la biodiversitat— i la connectivitat ecològica a tots els rius, rieres i torrents,



i entre els cursos fluvials, els aiguamolls litorals, els estuaris i el mar. Si no és possible eliminar un obstacle, cal promoure l'establiment d'una solució o dispositiu de pas per a peixos d'una tipologia tan propera a la natura com sigui possible (rampa per a peixos, riu lateral, etc.). Això és imprescindible per a la conservació d'espècies com les nàiades o musclos de riu, que requereixen l'ascens dels peixos riu amunt perquè les seves larves (gloquidis) viatgen adherides al cos dels peixos.

De manera específica, cal evitar les introduccions d'espècies exòtiques i les translocacions d'espècies entre conques: no recollir ni emportar-se macroinvertebrats aquàtics. Ni nàiades, ni crancs, ni tortuguetes... Casa seva és la natura!

En aquest sentit, cal evitar el risc de tenir o criar espècies exòtiques a casa, com és el cas de joguines, sorprenentment «legals», com «la ciutat dels Tríops», que conté ous de l'espècie americana *Triops longicaudatus*. El comerç d'altres crustacis com *Artemia franciscana*, per exemple, ja va provocar l'extinció de dues espècies ibèriques autòctones de braquiòpodes. És més recomanable proposar de jugar als nens amb macroinvertebrats aquàtics de plastilina... Podeu consultar el web <http://www.watersheds.org/stream_movie.htm>

Una bona manera de contribuir a la conservació dels macroinvertebrats aquàtics és animar els ciutadans a tenir cura d'un tram de riu o una bassa i, millor en companyia, visitar-lo regularment: adoptar-lo. Així es poden aprendre moltes coses sobre els habitants del riu i alhora ajudar a conservar-los. La millor proposta es fer-hi visites regularment, com a mínim un parell de vegades l'any, seguint la metodologia del Projecte Rius (<www.projecterius.org>) i adherint-s'hi.

També es pot plantejar d'establir-hi un acord de custòdia. Custodiar significa guardar, conservar, respectar o tenir cura de la terra i els sistemes aquàtics. Normalment

es fa mitjançant l'establiment d'un acord de custòdia, mecanisme de gestió que compta amb un procediment voluntari entre el propietari d'una finca i una entitat de custòdia —com a mínim—, però també les administracions competents, per tal d'assegurar la conservació dels valors i recursos naturals, culturals i paisatgístics. Alguns exemples d'accions i estratègies de custòdia fluvial són les adopcions de riu, la gestió d'espais i la creació d'àrees protegides (trobareu més informació al Grup de Treball de Custòdia Fluvial de la Xarxa de Custòdia del Territori: <www.custodiafluvialxct.org>).

Això no obstant, per conservar els sistemes aquàtics i protegir-ne els macroinvertebrats també s'hauria de treballar, paral·lelament, en la línia d'aconseguir més fluviofelicitat. L'aigua posseeix un gran potencial al servei de les emocions lúdiques, plaers atàvics, reconeixement genètic a aquest gran tresor de la Terra. La fluviofelicitat, un concepte de Javier Martínez Gil, catedràtic d'hidrogeologia de la Universitat de Saragossa —un dels ideòlegs de la denominada Nova Cultura de l'Aigua—, fa referència a un plaer intens, però perdurable, una mena d'eufòria que es produeix en entrar en contacte amb els rius i tot allò que els acompanya: l'aigua, les ribes i riberes, el microclima fresc, reconfortant, la flora i la fauna aquàtiques, els tons variats del paisatge, una certa sensació de calma vital.

La fluviofelicitat es pot assolir nedant en una gorga —encara n'hi ha!—, baixant en caiac per un rabeig del riu, passejant per un antic camí de sirga, observant la caiguda de l'aigua i sentint cruixir les moles en un antic molí rehabilitat; pescant amb l'aigua al coll per atraure truita o bagra, o pel simple plaer de ser justament allà. La fluviofelicitat pot sorgir en solitud o en companyia, berenant a l'ombra d'un vern o un saule o en una platja de còdols. Escoltant un rossinyol protegit en un saüquer. I observant les formes, els colors i el comportament

Molts valors per custodiar

El Grup de Treball de Custòdia Fluvial de la Xarxa de Custòdia del Territori (xct) neix l'any 2008 i agrupa diferents entitats amb la finalitat de promoure la custòdia fluvial, essencialment, als territoris de llengua i cultura catalanes.

Està format per entitats que constitueixen un nucli actiu i d'altres que fan d'observadores. En la fase inicial, el coordinen l'Associació Hàbitats - Projecte Rius i el Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis - Museu Industrial del Ter.



■ Replantació de la Platja del Docet (riu Ter a Manlleu). Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis - Museu Industrial del Ter



Les entitats i administracions poden fer custòdia fluvial col·laborant en la gestió dels espais riberecs i aquàtics del seu municipi.

■ Tallada de bogs. Reserva Natural de Sebes (Flix, la ribera d'Ebre). Grup de Natura Preix



■ Brigada forestal d'un Centre Especial de Treball al riu Gaià. Associació Aurora



■ Neteja de rius en el marc del Fem Dissabte Projecte Rius, juny de 2007 (La Bardissa, riu Ter a Torreló). Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis - Museu Industrial del Ter



■ Confluència dels rius Ges i Ter a Torelló. Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis - Museu Industrial del Ter



■ Sortida formativa al riu Congost l'abril de 2008 (Granollers, el Vallès Oriental). Associació Hàbitats - Projecte Rius

Les entitats de custòdia fluvial, a través del voluntariat, acosten la ciutadania als rius i les zones humides.



■ Repoblació de tamariscs el febrer de 2009 (Torredembarra, Tarragonès). GEPEC



■ Neteja de residus de les ribes del riu Llobregat en el marc del Fem Dissabte el març de 2008 (Martorell, Baix Llobregat). Associació Hàbitats - Projecte Rius



Les entitats i propietaris tenen acords de custòdia fluvial per a conservar i restaurar els valors naturals de finques privades.



■ Aguait de l'estany de Sils Accionatura

■ Reserva natural privada del torrent i pantà de Garet (Lluçà, el Lluçanès). Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis - Museu Industrial del Ter

La custòdia permet tenir cura dels espais fluvials i zones humides per tal de mantenir i millorar la diversitat d'hàbitats i espècies.

xct
grup de treball de custòdia fluvial



■ Martinet de nit (*Nycticorax nycticorax*)



■ Prat de dall (Sant Simplicí, la Garrotxa)



■ Bagra (*Squalius laietanus*)



■ Salze blanc (*Salix alba*)



■ Ferenet (*Alytes muletensis*)

Interior d'un quadríptic editat pel maig de 2009 per promoure la conservació i la restauració dels rius i les zones humides per mitjà d'acords de custòdia fluvial. [Foto: Grup de Treball de Custòdia Fluvial de la Xarxa de Custòdia del Territori]



Per conservar els macroinvertebrats aquàtics, els rius, estanys i aiguamolls, és imprescindible establir-hi connexions vivencials o emocionals. [Fotos: Marc Ordeix]

dels macroinvertebrats: les evolucions d'un esbart de sabaters lliscant damunt l'aigua, les maniobres aèries de les libèl·lules llampants o la parada nupcial de les efímeres a la vora d'un riu o un estany.

No hi ha gaire gent, fora de la relacionada amb entitats naturalistes, ecologistes i excursionistes, i molts caçadors i pescadors, que avui dia tingui habitualment

connexions emocionals o vivencials amb els espais naturals i, en concret, amb els entorns aquàtics i fluvials. Sense caure en el despotisme il·lustrat, per conservar el medi i restaurar-lo també és imprescindible conèixer-ne tots els habitants i apreciar-los, macroinvertebrats inclosos, intentant establir o restablir en el conjunt de la societat aquest vincle emocional, la fluviofelicitat.





- AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA. [En línia] <www.gencat.cat/aca>
- ALBA-TERCEDOR, J.; SÁNCHEZ-ORTEGA, A. (1988). «Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978)». *Limnetica*, núm. 4, p. 51-56.
- ALBA-TERCEDOR, J.; JÁIMEZ-CUELLAR, P.; ÁLVAREZ, M.; AVILÉS, J.; BONADA, N.; CASAS, J.; MELLADO, A.; ORTEGA, M.; PARDO, I.; PRAT, N.; RIERADEVALL, M.; ROBLES, S.; SÁINZ-CANTERO, C. E.; SÁNCHEZ ORTEGA, A.; SUÁREZ, M. L.; TORO, M.; VIDAL-ALBARCA, M. R.; VIVAS, S.; ZAMORA-MUÑOZ, C. (2002). «Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP)». *Limnetica*, núm. 21, p. 175-185.
- ALLAN, J. D. (1995). *Stream ecology: structure and function of running waters*. Londres: Chapman & Hall.
- BAXTER, C. V.; FAUSCH, K. D.; SAUNDERS, W. C. (2005). «Tangled webs: reciprocal flows of invertebrate prey link streams and riparian zones». *Freshwater Biology*, núm. 50, p. 201-220.
- BENITO, G.; PUIG, M. A. (1999). «BMWPC un índice biológico para la calidad de las aguas adaptado a las características de los ríos catalanes». *Tecnología del Agua*, núm. 191, p. 43-56.
- BIOCAT. Banc de dades de biodiversitat de Catalunya. [En línia] <<http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html>>
- BONADA, N.; PRAT, N.; RESH, V. H.; STATZNER, B. (2006). «Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches». *Annual Review of Entomology*, núm. 51, p. 495-523.
- CAMPAIOLI, S.; GHETTI, P. F.; MINELLI, A.; RUFFO, S. (1994). *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane*. Vol. I. Provincia Autonoma di Trento.
- CAMPAIOLI, S.; GHETTI, P. F.; MINELLI, A.; RUFFO, S. (1999). *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane*. Vol. II. Provincia Autonoma di Trento.
- CHINERY, M. (1997). *Guía de campo de los insectos de España y de Europa*. Barcelona: Ediciones Omega.
- CONSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. (1997). «The value of the world's ecosystem services and natural capital». *Nature*, núm. 387, p. 253-260.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2006). *Progress towards halting the loss of biodiversity by 2010*. EEA Report No 5/2006. ISSN 1725-9177. Copenhagen.
- ERSÉUS, C.; GUSTAVSSON, L. (2002). «A proposal to regard the former family Naididae as a subfamily within Tubificidae (Annelida, Clitellata)». *Hydrobiologia*, núm. 485, p. 253-256.
- ERSÉUS, C.; KÄLLERSJÖ, M.; EKMÁN, M.; HOVMÖLLER, R. (2002). «18S rDNA Phylogeny of the Tubificidae (Clitellata) and Its Constituent Taxa: Dismissal of the Naididae». *Molecular Phylogenetics and Evolution*, núm. 22, p. 414-422.
- FAUNA IBÉRICA. [En línia] <<http://www.fauna-iberica.mncn.csic.es/proyecto/index.php>>
- FOLCH, R. (ed.) (1994). *Història Natural dels Països Catalans*. Vol. 8: *Invertebrats no artròpodes*. Vol. 9: *Artròpodes I*. Vol. 10: *Artròpodes II*. Vol. 14: *Sistemes naturals I*. Vol. 15: *Registre fòssil*. Barcelona: Enciclopèdia Catalana.
- GASITH A.; RESH V. H. (1999). «Streams in Mediterranean climate regions: abiotic influences and biotic responses to predictable seasonal events». *Annual Review of Ecology and Systematics*, núm. 30, p. 51-81.

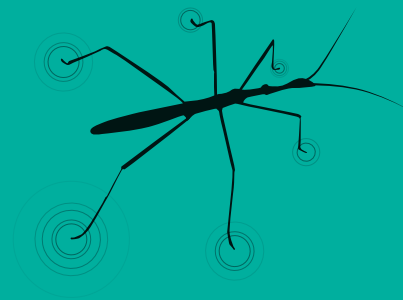
- GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE. [En línia] <<http://www.issg.org/database/welcome>>
- Gran Enciclopèdia Catalana. [En línia] <<http://www.enciclopedia.cat>>
- HAUER, F. R.; LAMBERTI, G. A. (1996). *Methods in stream ecology*. San Diego (Califòrnia): Academic Press.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON ZOOLOGICAL NOMENCLATURE. [En línia] <<http://www.iczn.org/iczn/index.jsp>>
- INVASIBER. «Especies exóticas invasoras de la Península Ibérica». [En línia] <<http://hidra.udg.es/invasiber>>
- JÄCH, M. A.; DÍAZ, J. A.; MARTINOY, M. (2005). «New and little known Palearctic species of the genus *Hydraena* Kugelann VIII (Coleoptera: Hydraenidae)». *Koleopterologische Rundschau*, núm. 75, p. 105-110.
- JAIMEZ-CUÉLLAR, P.; VIVAS, S.; BONADA, N.; ROBLES, S.; MELLADO, A.; ÁLVAREZ, M.; AVILÉS, J.; CASAS, J.; ORTEGA, M.; PARDO, I.; PRAT, N.; RIERADEVALL, M.; SÁINZ-CANTERO, C. E.; SÁNCHEZ-ORTEGA, A.; SUÁREZ, M. L.; TORO, M.; VIDAL-ABARCA, M. R.; ZAMORA-MUÑOZ, C.; ALBA-TERCEDOR, J. (2002). «Protocolo Guadalmed (PRECE)». *Limnetica*, núm. 21 (3-4), p. 187-204.
- KJER, K. M.; BLAHNIK, R. J.; HOLZENTHAL, R. (2002). «Phylogeny of caddisflies (Insecta: Trichoptera)». *Zoologica Scripta*, núm. 31(1), p. 83-91.
- LOCKWOOD, M.; OLIVER, X. (2007). *Les libèl·lules de la Garrotxa*. Olot: Delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural.
- MUNNÉ, A.; SOLÀ, C.; PAGÈS, J. (coord.) (2006a). *HIDRI. Protocol d'avaluació de la qualitat hidromorfològica dels rius*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Agència Catalana de l'Aigua. [En línia] <www.gencat.cat/aca>
- MUNNÉ, A.; SOLÀ, C.; PAGÈS, J. (coord.) (2006b). *BIORI. Protocol d'avaluació de la qualitat biològica dels rius*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Agència Catalana de l'Aigua. [En línia] <www.gencat.cat/aca>
- MUNNÉ, A.; SOLÀ, C.; PAGÈS, J. (coord.) (2006c). *ECOZO. Protocol d'avaluació de l'estat ecològic de les zones humides*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Agència Catalana de l'Aigua. [En línia] <www.gencat.cat/aca>
- MUNNÉ, A.; PRAT, N. (2009). «Use of macroinvertebrate-based multimetric indices for water quality evaluation in Spanish Mediterranean rivers: an intercalibration approach with the IBMWP index». *Hidrobiologia*, DOI 10.1007/s10750-009-9757-1.
- ORTIZ, J. D.; MERSEBURGER, G. (2008). «Stream management in Mediterranean ecosystems». Dins: ALONSO, M. S.; RUBIO, I. M. (ed.). *Ecological management: new research*. Nova York: Nova Science Publishers, Hauppauge, p. 207-212.
- ORTIZ, J. D.; MERSEBURGER, G. (2009a). «Continental aquatic macroinvertebrates as biotic indicators in Mediterranean ecosystems». Dins: DRURY, E. K.; PRIDGEN, T. S. (ed.). *Handbook on environmental quality*. Nova York: Nova Science Publishers, Hauppauge.
- ORTIZ, J. D.; MERSEBURGER, G. (2009b). «Restoration, Rehabilitation and Gardening in Mediterranean Stream Ecosystems». Dins: PARDUE, G. H.; OLVERA, T. K. (ed.). *Ecological Restoration*. Nova York: Nova Science Publishers, Hauppauge.
- ORTIZ, J. D.; PUIG, M. A. (2007). «Point source effects on density, biomass and diversity of benthic macroinvertebrates in a Mediterranean stream». *River Research and Applications*, núm. 23, p. 155-170.
- ORTIZ, J. D.; MERSEBURGER, G.; MARTÍ, E.; ORDEIX, M.; SABATER, F. (2008). «Effects of urbanization on aquatic macroinvertebrates in Mediterranean streams». Dins: WAGNER, L. N. (ed.). *Urbanization: 21st century*



- issues and challenges*. Nova York: Nova Science Publishers, Hauppauge, p. 91-132.
- OXYGASTRA. Grup d'Estudi dels Odonats de Catalunya. [En línia] <www.oxygastra.org>
- PARDO, I.; ÁLVAREZ, M.; CASAS, J.; MORENO, J. L.; VIVAS, S.; BONADA, N.; ALBA-TERCEDOR, J.; JAIMEZ-CUELLAR, P.; MOYA, G.; PRAT, N. L.; ROBLES, S.; SUÁREZ, M. L.; TORO, M.; VIDAL-ALBARCA, M. R. (2002). «El hàbitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hàbitat». *Limnetica*, núm. 21, p. 115-133.
- POU-ROVIRA, Q.; ARAÚJO, R.; BOIX, D.; CLAVERO, M.; FEO, C.; ORDEIX, M.; ZAMORA, L. (2009). «Presence of the alien chinese pond mussel *Anodonta woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia, Unionidae) in the Iberian Peninsula». *Graellsia*, núm. 65 (1), p. 67-70.
- PRAT, N.; PUÉRTOLAS, L.; RIERADEVALL, M. (2008). *Els espais fluvials. Manual de diagnosi ambiental*. Barcelona: Diputació de Barcelona. Obra Social "La Caixa".
- PRAT, N.; MUNNÉ, A.; RIERADEVALL, M.; SOLÀ, C.; BONADA, N. (2002). *Ecostrimed. Protocol per determinar l'estat ecològic dels rius mediterranis*. Barcelona: Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient. 94 p. (Estudis de la qualitat ecològica dels rius; 8)
- PUIG, M. A. (1999). *Els macroinvertebrats dels rius catalans*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient.
- SUNDERMANN, A.; LOHSE, S.; BECK, L. A.; HAASE, P. (2007). «Key to the larval stages of aquatic true flies (Diptera), based on the operational taxa list for running waters in Germany». *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, núm. 43, p. 61-74.
- TACHET, H. (2000). *Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie*. París: CNRS Éditions.
- TREE OF LIFE WEB PROJECT. [En línia] <<http://tolweb.org>>

Els macroinvertebrats aquàtics són poc coneguts, exceptuant els sabaters, que llisquen damunt la pel·lícula d'aigua, i les fases aèries d'alguns, com els acolorits espiadimonis. Altres macroinvertebrats només corresponen al domini dels pescadors de truita, com les efímeres i les dragues o cuques de caps, que ells fan servir d'esquers, o dels especialistes en recerca folklòrica, com és el cas de les nàiades. Hi ha una gran diversitat d'invertebrats, que per si mateixos posseeixen un valor incalculable i, a més, serveixen com a indicadors de qualitat de l'aigua de rius i zones humides de tot el món. En aquest manual es descriu com fer una anàlisi de la presència i abundància dels macroinvertebrats aquàtics, essencial per a l'avaluació de l'estat ecològic dels ambients aquàtics. Es posen com a exemple estudis portats a terme des del Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis – Museu Industrial del Ter a la comarca d'Osona des de l'any 2002 i a la Costa Brava des del 2003, entre d'altres.

També es descriuen activitats d'educació i sensibilització ambiental. I propostes per conservar el medi i restaurar-lo, macroinvertebrats inclosos.



La turbina 3