

# Virus marins: petits, invisibles, molt abundants i necessaris

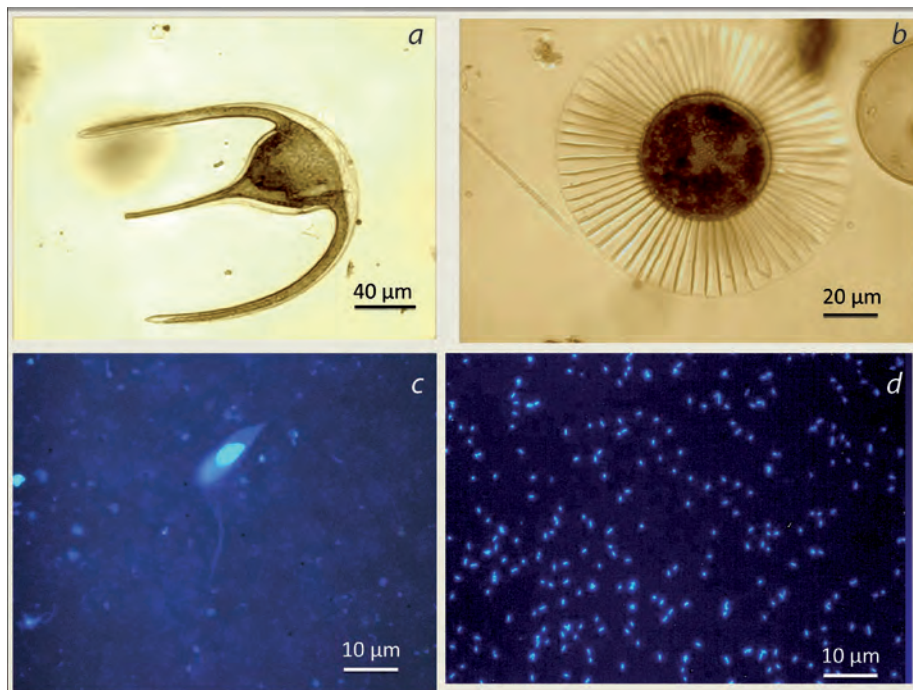
Dolors Vaqué, Institut de Ciències del Mar (CSIC)

Com deia el Petit Príncep, «l'essencial és invisible als ulls». Als oceans els més petits de tots, els microorganismes i els virus planctònics, són clau per al funcionament de l'ecosistema marí. Però sabem quants virus hi ha, com són, què fan i quin paper tenen a l'oceà? Saber-ho és fonamental per entendre la seva implicació en el control de l'abundància i la diversitat dels microorganismes que infecten, així com la seva participació en els cicles biogeoquímics de l'oceà.

## Quants virus hi ha i com són

Que el mar és ple de microorganismes és un fet. Per sota del mil·límetre n'hi ha de totes mides i formes. Tots es caracteritzen per ser unicel·lulars (bacteris, protists i microalgues) i molt abundants. Però també hi ha virus, éssers incomplets, que necessiten un hoste per desenvolupar la seva activitat (la seva «vida»). Estan formats per una càpsida (embolcall proteic) i material nucleic (DNA o RNA) al seu interior, amb mides entre 50 i 200 nm. Són les partícules biològiques més abundants a l'oceà, i disminueixen des de la superfície en fondària i des de la costa a mar obert.

En un mil·lilitre d'aigua de mar en superfície en trobarem deu milions i en tot l'oceà  $10^{30}$ , molts més que estels hi ha a la nostra Via Làctia. Però, com mantenen la seva abundància? Encara que el nombre és força constant, evidentment no són sempre els mateixos, i hi ha un equilibri dinàmic entre pèrdues i aparicions a la columna d'aigua. La taxa de producció de virus després de la lisi de l'hoste és similar a la taxa de desaparició deguda a l'adherència a partícules en suspensió, i es produeix una disminució en el nombre i en la capacitat d'infecció perquè no podran trobar un hoste. També per l'efecte de la radiació ultraviolada, que produeix danys en el material nucleic, i perden virulència. O bé, desapareixen del medi, en infectar els hostes, o per ingestió de protists.



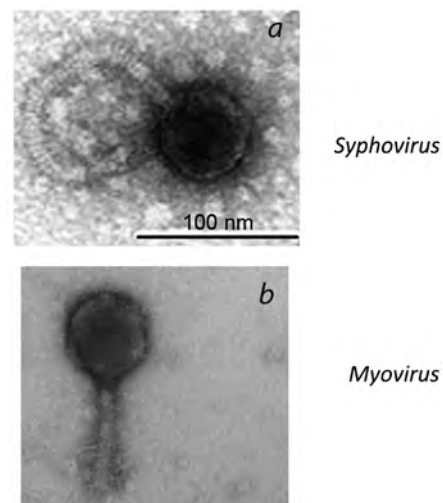
↑ Figura 1. Imatges de fitoplàncton: a) dinoflagel·lada, b) diatomea, de protists, c) nanoflagel·lat i d) bacteris. Fotos: Dolors Vaqué.

Els virus marins poden infectar qualsevol organisme (de bacteris a cetacis), però són els bacteris els més abundants després dels virus (un milió en un mil·lilitre), i això fa que una gran proporció dels virus marins siguin bacteriòfags (del grec, 'menjadors de bacteris'). La majoria tenen doble cadena de DNA i pertanyen a tres famílies, que es classifiquen segons la disposició de la cua en: *Myoviridae*, amb cua llarga i contràctil, *Syphoviridae*, amb cua corbada i no contràctil, i *Podoviridae*, de cua molt curta i no contràctil (vegeu la figura 2).

## Què fan

Els virus marins es consideren majoritàriament «assassins» de microbis, aprofiten la maquinària de la cèl·lula hoste per replicar-se, cosa que s'anomena *cicle lític*, i alliberar de 20 a 300 virus per hoste lisi, cada un a punt per a una nova infecció. Es considera que són responsables de la mortalitat (lisi) del 20 % per dia de la població de bacteris. Però, a voltes, no maten l'hoste que infecten, sinó que insereixen part del seu genoma en el DNA d'aquest, en

forma de pròfag, i passen a ser un virus lisogènic. Des d'allà dins dirigeixen l'expressió gènica de l'hoste i el seu metabolisme. Però sovint, quan el virus lisogènic detecta un canvi advers



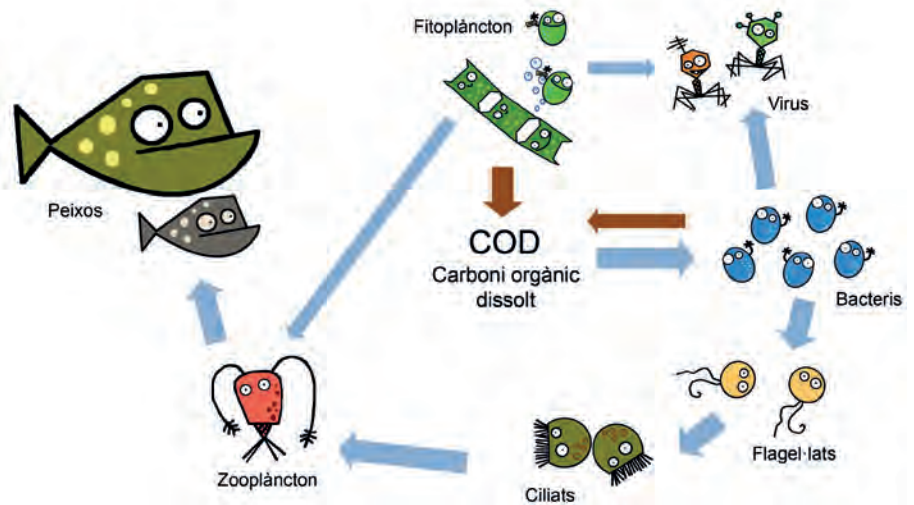
↑ Figura 2. Imatges de a) *Syphovirus* i b) *Myovirus*. Fotos: Elena Lara.

en l'ambient, o que l'hoste presenti alguna disfunció, fa que es torni virulent, es reverteix el cicle lític i lisa la cèl·lula hoste. Finalment, els virus són el principal reservori de diversitat del medi marí, són responsables de la transferència horitzontal de gens als oceans. En cada nova infecció tenen el potencial d'introduir informació genètica nova en l'hoste (aportant gens) o a la progènie de virus (robant gens de l'hoste), i dirigir l'evolució d'ambdues comunitats de virus i hostes.

## Paper a l'oceà

Als oceans els virus intervenen en la xarxa tròfica microbiana, i juntament amb els protists, són els principals responsables de controlar l'abundància, els fluxos de carboni i la diversitat de les comunitats de bacteris i algues (vegeu la figura 3). D'una banda, els protists ingereixen les preses i passen el carboni microbià a través de la xarxa alimentària fins als peixos (vegeu la figura 3). I els virus competeixen amb els protists per la mateixa presa (hoste), la lisen i retornen matèria orgànica dissolta i nutrients a la columna d'aigua. Per tant, els virus fan un curtcircuit del carboni microbià que hauria anat a nivells tròfics superiors. En canvi, con-

## LA XARXA TRÒFICA



↑ Figura 3. Esquema de la xarxa tròfica alimentària. Virus i flagel·lats competeixen per bacteris que creixen gràcies al carboni orgànic dissolt que excreta el fitoplànton. Dibuix: Clara Ruiz-González.

tribueixen a la producció de material reciclat, que aportarà nutrients i oligoelements essencials necessaris per al creixement de bacteris i

microalgues, i tenen un paper clau en els cicles biogeoquímics dels oceans i en la bomba biològica de carboni. •

## Bibliografia

- ESTRADA, M.; VAQUÉ, D. (2014). «Microbial components». A: GOFFREDO, S.; DUBINSKY, Z. (ed.). *The Mediterranean Sea: Its history and present challenges*. DOI: 10.1007/978-94-007-6704-1\_6.
- FUHRMAN, J. A. (1999). «Marine viruses and their biogeochemical and ecological effects». *Nature*, 399: 541-548.
- SUTTLE, C. (2007). «Marine viruses-major players in the global ecosystem». *Nat. Rev. Microbiol.*, 5: 801-812.
- SUTTLE, C.; CHEN, F. (1992). «Mechanisms and rates of decay of marine viruses in seawater». *Appl. Environ. Microbiol.*, 58: 3721-3729.



**Dolors Vaqué** (Barcelona, 1953). Llicenciada en biologia i farmàcia i doctora en ciències biològiques (1989), és investigadora científica a l'Institut de Ciències del Mar de Barcelona (CSIC). La seva investigació versa sobre l'ecologia microbiana marina amb èmfasi sobre el paper que tenen els virus marins en les

xarxes tròfiques microbianes. Actualment treballa en l'aïllament i identificació de virus i hostes (bacteris i protists), en detecció de les interaccions virus-hoste, tant en models cultivats com no cultivats, i en el rang d'infecció, per tal d'esbrinar qui infecta a qui en els sistemes marins i quina repercussió tindrà en els cicles biogeoquímics a l'oceà.