

BLOWIN' IN THE WIND COMO DICÍA DYLAN

INFLUENCIA DO CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE O AFLORAMENTO MARIÑO E A PRODUTIVIDADE DAS RÍAS GALEGAS

Xosé Antonio Padín Álvarez*

Andrés Villaverde



Os comentarios que máis escoitaba de rapaz na pensión da miña avoa, entre aquelas familias que viñan a pasar a O Grove uns días de verán, as máis das veces facían referencia á molestia do vento, ao frío da auga e case, case sempre, se falaba do marisco. Para min, como se non dixeran nada. Daquela ignoraba o frío da auga, o vento nunca me molestaba e o marisco... era a comida coa que se compartía a alegría nos días de festa. Como un contrasinal pactado, a miña avoa seguía a conversa inequivocamente coa recomendación dunha praia ao abrigo do vento do norte, reveláballes que o segredo da excelencia do marisco está no pasto que atopan nas augas frías ou, se o parte meteorolóxico o permitía, informábaos de que o día seguinte sería un pouco mellor pero que o marisco seguiría igual de bo.

Pasados os anos, visitadas outras costas e gozadas outras celebracións, fun plenamente consciente da certeza que gardaban aquelas frases tan recorrentes. Pero foi durante os meus estudos en Ciencias do Mar cando coñecín, máis alá do esquema empírico co que se interpretaba a realidade no pobo, as forzas e procesos que ligan o vento do norte do verán, as xélicas augas e a riqueza marisqueira. En oceanografía coñécese por *afloramento costeiro*.

O AFLORAMENTO COSTEIRO

O afloramento costeiro é un proceso que caracteriza as marxes occidentais

dos continentes, converténdoo nunha das zonas máis produtivas do planeta. A pesar de que representan menos do 1% da superficie oceánica, estas rexións sosteñen o 50% das pescarías mundiais. O afloramento costeiro pode describirse como o resultado da rotación terrestre e a acción da compoñente do vento paralelo á liña de costa. Así, cando o vento sopra en dirección ao ecuador prodúcese o arrastre da auga superficial mar adentro causando o afloramento de augas máis profundas, frías e ricas en nutrientes. Contrariamente, ventos de sentido oposto empurran as augas superficiais cálidas contra a costa e afundindo as augas máis frías.

Galiza é o límite dunha ampla rexión mariña de afloramento que se estende ao longo da costa africana ata os 10°N. Nas nosas latitudes, o afloramento ten un patrón estacional influenciado pola posición e a intensidade do Anticiclón das Azores. Ventos do norte promoven a entrada de augas profundas á superficie entre os meses de Abril e Outubro, mentres que o resto do ano dominan os ventos do sur e o afundimento. Porén, tanto modelos meteorolóxicos como datos de campo recollidos nas últimas décadas, sinalan cambios neste patrón estacional. Algunhas destas observacións, publicadas en distintos artigos científicos de revistas internacionais, foron recollidas no último informe CLIGAL. Neste documento faise unha relación das evidencias

e os impactos do cambio climático para os ecosistemas galegos. Unha das conclusións relativas ao medio mariño é a redución desde inicios dos anos 70 da intensidade do vento do norte nun 45% e da súa persistencia ao longo do ano dun 30%. En síntese, nos últimos anos houbo unha inversión no patrón dos ventos dominantes no litoral galego. Así, o proceso que mellor caracteriza as nosas costas, hoxe en día, é o afundimento.

Esta mudanza chamou a atención entre a comunidade científica por ser contraria á, xa errada, hipótese xeral dos últimos anos na que se aventuraba unha intensificación do afloramento no contexto de quecemento global. Agardábase que a intensidade dos ventos medrara en paralelo á crecente diferenza de temperatura entre o océano e o continente dos próximos anos. As razóns que xustificarían a atípica evolución observada semella agocharse nas variacións do campo de isóbaras que se debuxan diante da costa galega nos mapas meteorolóxicos dos meses de verán. Estas liñas, que corren paralelas ao litoral durante as situacións favorábeis de afloramento, abríronse como un abano sobre o Golfo de Biscaia nos anos de maior queda de afloramento. A orixe pode estar no propio quecemento das augas ou nas oscilacións climáticas de longa escala. En calquera caso, este cambio no ciclo estacional dos ventos ten un significativo impacto ecolóxico nos distintos ecosistemas mariños e representa unha barreira para a sostibilidade da biodiversidade e un freo para a alta produtividade da plataforma continental e das Rías.

A PLATAFORMA GALEGA

A plataforma continental é a zona de transición entre as augas someiras da ribeira e as profundas augas do océano. Na costa galega, a plataforma está afectada en toda a súa extensión polas ocorrencias de eventos de afloramento e afundimento. Nos últimos corenta anos, período para o que se determinou unha significativa redución do afloramento, esta rexión amosou un quecemento das

súas augas superficiais de case 1°C. Este acrecentamento da temperatura responde tanto ao quecemento global como á menor entrada de augas frías á superficie durante os meses de verán. Esta menor influencia de augas profundas ricas en nutrientes causou unha menor fertilización limitando o desenvolvemento das comunidades fitoplanctónicas. Imaxes satélite de clorofila na plataforma galega amosaron un decrecemento do 5% nesta última década. Esta redución da poboación de microalgas traduciuse nunha perda da metade da produción do ecosistema, o que condiciona a supervivencia dos niveis tróficos superiores. As alteracións na intensidade e persistencia do afloramento afecta especialmente a aquelas especies que teñen ciclos de vida

adaptados á estacionalidade coñecida dos ventos. Entre elas, algunhas das máis senlleiras da nosa mesa, como a sardiña e o polbo.

Como peixe planctívoro, o destino da sardiña está moi vinculado á ecoloxía e ao desenvolvemento do fitoplancto. Pero de xeito particular, a poboación de sardiñas de todo o sur do Golfo de Biscaia depende das condicións oceanográficas da plataforma occidental galega. As fases larvárias desta comunidade teñen a particularidade de que se alimentan na costa galega antes de comezar unha migración ao longo da cornixa cantábrica. Nas últimas catro décadas, as capturas de sardiña nesta rexión reducíronse nun 80%, pasando das máis de 50.000 toneladas a

principios dos 70 ás menos das 15.000 toneladas nos primeiros anos do novo século. Ademais de razóns vinculadas ao esforzo e á xestión pesqueira, esta dramática redución da poboación de sardiñas explícase nun 50% polos cambios observados na produción primaria da plataforma, é dicir, a orixe da redución do tamaño do *stock* de sardiñas está nunha metade xustificada na relaxación do vento do norte. A perda na capacidade produtiva da plataforma tamén condiciona a supervivencia das larvas de polbo, que eclosionan xusto despois do período de afloramento, unha época na que as augas deberían ter alimento suficiente para as larvas. A ausencia dun afloramento intenso condiciona, ao igual que no caso da sardiña, o tamaño da poboación de polbo.

DE NOVO, O PARADIGMA DO MEXILLÓN

Pola súa morfoloxía e pola alternancia estacional entre o afloramento e o afundimento, as Rías son unha área única para o cultivo de mexillóns en bateas. Cunha produción superior ás 250.000 toneladas por ano, que representan o 40% do mexillón europeo e o 15% da produción mundial, o mexillón cultivado na costa galega acadou os maiores índices mundiais de crecemento.

A perda dos aportes de nutrientes emerxidos co afloramento representa unha seria ameaza para o cultivo do mexillón. Esta redución afecta ao propio rendemento da colleita, que xa experimentou nos últimos anos unha diminución do crecemento na fase de preengorde do 20%. Pero sen dúbida, o maior risco está na proliferación de dinoflaxelados nocivos que limiten a extracción do molusco das bateas. Son as biotoxinas diarreicas e as paralizantes (DSP e PSP; *Diarrethic* e *Paralytic Shellfish Poison*, respectivamente) as que causan unha maior problemática e as que se ven favorecidas polos cambios no afloramento tanto na súa presenza como persistencia. Períodos de renovación da auga no interior das Rías da orde de 50 días poden reducir o tempo de explotación a unha cuarta parte do ano. O tempo de residencia estimada a partir de datos de vento é a variábel que mellor explica, cunha precisión do 79%, os días nos que se detén a comercialización de mexillón por mor de biotoxinas nas Rías Baixas ao cabo do ano.

Neste novo contexto, a potencial evolución do afloramento costeiro ofrece unha robusta información sobre a ocorrencia de HABs nas Rías que pode integrarse como indicador do rendemento e a sustentabilidade do cultivo do mexillón. Estudos económicos situaron as perdas anuais entre os 56 e 223 millóns de euros por mor dos episodios de microalgas tóxicas.

© distrito xermar



Granxa de bateas na Ría do Grove.

AS RÍAS GALEGAS

Para as Rías, ademais da influencia na temperatura e no contido de nutrientes, os procesos de afloramento ou afundimento xogan un papel relevante como modulador da súa circulación residual (restado o proceso de mareas dominante). Durante os episodios de afloramento, as Rías compórtanse como unha extensión da plataforma polo que a saída de augas en superficie forza a entrada de augas desde o fondo ata o seu interior. Durante o afundimento o empuxe das augas de superficie contra a costa inverte a circulación na boca das Rías e illa a súa zona interna, cuxos procesos pasan a estar principalmente gobernados polos aportes continentais de auga doce. Como resultado, os pulsos de afloramento – afundimento determinan o tempo de renovación das augas. Neste senso, a redución da entrada de augas profundas máis que duplicou o tempo de residencia das augas no interior das Rías, pasando por termo medio, dos dez días a superar os vinte. Esta ligazón fai que o impacto das alteracións do vento nas Rías sexa moi complexo e acusado.

Aínda que as Rías amosan un quecemento superficial (0.27°C por década para a Ría de Arousa) similar ao da plataforma, a comunidade de microalgas lonxe de experimentar unha redución pola perda de nutrientes aflorados, aumentou significativamente nos últimos vinte anos. A análise dos nutrientes da Ría de Arousa, amosou un incremento na concentración de microalgas en paralelo á concentración tamén crecente de nitritos e fosfatos. Este composto químico de nitróxeno aparece no medio, prefe-

rentemente, como resultado da descomposición orgánica. O feito de que os nitratos non amosen un comportamento similar ao longo destes anos, indica que a remineralización da materia orgánica intensificouse no interior das Rías. Semella que o incremento da permanencia da auga nas Rías favorece o papel dos aportes de materia orgánica desde a costa (emisarios, aportes fluviais, escorrentía...) como fonte de nutrientes alternativa ao afloramento.

A monitorización sistemática que realiza o INTECMAR (Instituto Tecnolóxico para o Control do Medio Mariño) nas augas do litoral galego desde 1992 reflicten un importante impacto ecolóxico na comunidade fitoplanctónica. A normal sucesión do fitoplancto, entre especies do grupo das diatomeas e dos dinoflaxelados, está sendo alterada polas novas condicións oceanográficas das Rías. A sucesión fitoplanctónica dun ciclo estacional tipo caracterízase polo dominio das diatomeas na primavera e dos dinoflaxelados ao final do verán. Porén, eventos de afloramento poden arrastrar mar a dentro a poboación de dinoflaxelados reiniciando a sucesión na que novamente as diatomeas son o grupo máis abundante. Contrariamente, a relaxación do afloramento ou episodios de afundimento levan os dinoflaxelados ao interior das Rías. A alternancia estacional entre diatomeas e dinoflaxelados responde principalmente á transición entre a turbulencia e a estratificación da columna de auga¹. As diatomeas, como algas unicelulares sen sistema locomotor, atopan o balance axeitado entre a luz e nutrientes nas condicións turbulentas, que predominan no inverno e a primavera ou ben durante os eventos de afloramento. Coa estratificación das augas durante o período estival, os organismos con capacidade de movemento, como os dinoflaxelados, vense favorecidos porque poden migrar na vertical entre a zona profunda con alta concentración de nutrientes e a superficie na procura de luz.

Polo tanto, a redución do afloramento e o incremento do afundimento favorecen a presenza e persistencia dos dinoflaxelados nas Rías. Datos de campo da Ría de Arousa confirman a redución significativa da abundancia de diatomeas e o aumento na poboación de dinoflaxelados. Por ser os dinoflaxelados os principais causantes da proliferación de biotoxinas mariñas, esta perturbación ecolóxica tamén debe ser lida en clave de ameaza para os potenciais consumidores

© distrito xermar



do peixe e marisco das nosas Rías e coma un risco para a miticultura, acuicultura e a explotación dos bancos naturais, principais sectores económicos dos pobos da ribeira.

O aumento das proliferacións de algas nocivas, coñecidas polas siglas HABS (*Harmful Algal Blooms*) foi documentado en distintos puntos da xeografía mundial. Distintos autores atribuíron o incremento dos dinoflaxelados á crecente estratificación superficial dos océanos causada polo quecemento global. Outros investigadores concluíron que a eutrofización² causada pola descarga masiva de nutrientes desde o litoral sostían estas comunidades nocivas, o que sen dúbida representa un deterioro na calidade das augas e dos ecosistemas. Dalgunha forma, os procesos que rexen os cambios observados na comunidade fitoplanctónica da Ría de Arousa concilia ambas as dúas visións. O descenso do afloramento costeiro a escala climática incrementou a estratificación favorecendo a presenza de dinoflaxelados que atopan os nutrientes precisos na reminerali-

zación da materia orgánica que chega desde o litoral.

PREDICIÓNS, INTERROGANTES E PROPOSTAS

Non semella que sopren ventos favorábeis para a biodiversidade mariña galega nin para os sectores socioeconómicos dependentes da explotación dos recursos pesqueiros e marisqueiros. Máis se cabe sabendo que as predicións para os distintos escenarios de mudanza global amosan o descenso dos ventos para todo o século XXI.

En calquera caso, dificilmente podemos situar o horizonte do impacto no medio mariño deste cambio. A variación local de ventos do norte reveláronse coma transcendentales para os ecosistemas do litoral máis alá da súa propia escala. A sensibilidade deste medio, que as máis das veces trátase como inmutábel e inalterábel, queda descuberta coa relaxación destes ventos que racharon o delicado equilibrio no que se sostían ecosistemas costeiros. Como paradoxo, o amainar do vento espallou este castelo de naipes amosando a fragilidade e limitada capacidade de resposta do litoral a cambios da contorna física e química. A redución da produción neta, unha menor transferencia de enerxía aos niveis superiores da cadea trófica, o maior confinamento das augas interiores das Rías, a alteración da sucesión estacional da comunidade planctónica, riscos para a salubridade dos recursos mariños, a perda de calidade das augas... si que semella importante o impulso do vento para o futuro das nosas costas.

Chegados aquí as preguntas son moitas: cales serán os novos escenarios físicoquímicos aos que se terán que adaptar os nosos ecosistemas mariños?, como se verá condicionado o devir da riqueza biolóxica e a calidade ambiental das nosas

Andrés Villaverde



Rías? e, entre todas as que quedan, como debemos responder a estes cambios? Sen entrar a valorar a responsabilidade e deberes que como sociedade temos co planeta e con outras xentes, gustárame soamente sinalar algúns dos esforzos que ao meu entender sen dúbida se deberían acometer para controlar e minimizar o impacto desta mudanza.

A monitorización exhaustiva do litoral e o estudo das sinerxías que poden darse dentro do ecosistema xustificábase por si mesma. Particular atención merece o afondar no coñecemento da dinámica das comunidades de fitoplancto nocivo e, en especial, o seguimento da súa acumulación nos recursos mariños destinados ao consumo. A investigación a pé de campo, ademais de recoller os cambios no litoral nas súas distintas escalas, tamén nos permite desenvolver ferramentas coas que predicir estadios futuros das condicións ambientais e da resposta da biota. A investigación, e neste caso a oceanografía, ademais de ser xerme de coñecemento pode a modo de caxato servirnos para apoiarnos na procura dunha resposta decidida ou ben para probar e experimentar o camiño a facer.

Sería desexábel que as políticas da Administración e a xestión dos sectores

dedicados á explotación dos recursos mariños manexasen esta información como condicionante das políticas medioambientais e pesqueiras coas que garantir a sostibilidade do medio. Noutros eidos: a predición de HABs en función das previsións do vento mellorarían a xestión da explotación e incluso a estratexia de mercado; o seguimento do illamento das Rías da contorna oceánica facilitarían un novo marco ao que reaxustar as directrices medioambientais e plans de continxencia, o crecente estancamento das augas interiores obrigaría a unha depuración, que non pretratamento, eficiente das augas residuais e á revisión dos limiares das actividades do litoral para conservar a calidade das augas.

E aínda que a miña avoa xa non ten aquela pensión na que de noite se facían sardiñadas que se medían por caixas mentres o vento zoaba enchendo a Ría de Arousa de ovellas... sigo a escoitar dos menos turistas aquelas frases que se repiten coma unha letanía. Agardemos que cos anos non acaben converténdose en tópicos que se fan eco de realidades pasadas. A resposta, como dicían por aquí moito antes que Dylan; a resposta, amigo, está...

BIBLIOGRAFÍA:

- CLIGAL: www.siam-cma.org/cligal/
- Fiz F. Pérez, Xosé A. Padín, Yolanda Pazos, Miguel Gilcoto, M^a Dolores Doval, Manuel Cabanas, Luis Fariña-Busto (2010). Plankton response to weakening of coastal upwelling. *Global Change Biology*, 16(4), 1258-1267.
- Paula C. Pardo, Xosé A. Padín, Miguel Gilcoto, Luis Fariña-Busto e Fiz F. Pérez (2011). Evolution of upwelling systems coupled to the long term variability of sea surface temperature and Ekman transport. *Climate Research: Regional climate change in the northwestern Iberian Peninsula* (Special Number, in press).

Notas:

1. Este comportamento é internacionalmente coñecido por 'Mandala', nome hindú co que o distinguido ecólogo catalán Ramón Margalef sintetizou a relación entre as condicións da columna de auga e a dinámica do fitoplancto, estudo que realizou nas Rías galegas. Recentemente o seu mérito e valor como investigador foi recoñecido pola comunidade científica bautizando o novo buque oceanográfico do Instituto Español de Oceanografía.
2. A eutrofización é a explosión no crecemento de algas e outras plantas acuáticas debido a entrada masiva de nutrientes no medio. Estas algas logo de morrer descompóñense consumindo boa parte do osíxeno disolto e afectando á biota.

* Xosé Antonio Padín Álvarez é investigador do Grupo de Oceanoloxía do Instituto de Investigacións Mariñas do CSIC en Vigo.



**espacio
sub
marino**

A túa revista sub
feita desde Galicia
para todos os amantes do mar
www.espaciosub.com