

# Un mapa de provincias marinas

► **Medio ambiente** / Centrándose en la dispersión de las larvas por las corrientes oceánicas, un grupo de investigadores de la UIB busca caracterizar la conectividad marina en la cuenca mediterránea. **Elena Soto**

Cordilleras, cumbres que separan valles, extensas zonas desérticas, ríos o mares, los accidentes geográficos que delimitan los diferentes ecosistemas terrestres son obvios y a simple vista podemos más o menos distinguirlos, pero en el medio marino aparentemente todo fluye, no existen obstáculos tan evidentes y nos cuesta entender que en ese inmenso manto acuoso haya también barreras.

Las corrientes, remolinos, frentes o meandros dibujan sus propios mapas con fronteras dinámicas que, en ocasiones, ponen freno a la dispersión de muchas especies, sobre todo en su etapa larvaria, pero de estas barreras oceanográficas que afectan a la conectividad entre poblaciones de una especie y deter-

minan su distribución todavía sabemos muy poco.

¿Cuáles son los patrones de dispersión de los océanos y la conectividad que estructura las poblaciones? ¿Cómo crear Áreas Marinas Protegidas (AMPs) que garanticen la dispersión de organismos a través de la matriz de un territorio teniendo en cuenta estos procesos claves para la preservación de la biodiversidad?

A pesar de tratarse de un mar semicerrado y aparentemente tranquilo, el Mediterráneo presenta un esquema de circulación general bastante complejo con dos cuencas, conectadas por el Estrecho de Sicilia, divididas a su vez en subcuencas, y en él se producen jets, meandros, filamentos, giros, co-

rrientes de frontera y torbellinos muy energéticos que forman barreras oceanográficas que afectan a la conectividad entre poblaciones.

El artículo *Conexiones en el océano que identifican provincias marinas y ayudan a diseñar áreas protegidas*, publicado por investigadores del IFSIC (UIB-CSIC) en *Geophysical Research Letters* aplica la teoría de redes a la física estadística, en este caso a las propiedades de transporte del océano, y ayuda a mejorar el diseño de las áreas marinas protegidas. El trabajo forma parte de dos proyectos, uno europeo, el LINC, que analiza procesos climáticos y sus conexiones globales mediante herramientas de la moderna teoría de redes y desde el punto de vista de la ciencia

de los sistemas complejos, y otro nacional, denominado ESCOLA, enmarcado en el área de ciencia y tecnologías marinas.

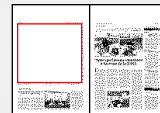
«Desde hace algunos años empleamos las técnicas de la física del caos al transporte del océano y más recientemente buscamos aplicar otras nuevas de la teoría de redes», explica Cristóbal López, investigador del IFSIC y uno de los autores del estudio. «La idea es la aplicación de estos métodos al entorno oceánico, centrándonos en particular en la biodiversidad marina. A largo plazo este es el objetivo de todo este trabajo».

Para realizarlo, usan un modelo de simulación de corrientes marinas que indica con bastante realismo cómo se mueve en la superficie

cualquier objeto que pueda ser transportado por la corriente y, partir de este punto, se trazan redes con la dirección que sigue. En esta investigación el objeto de estudio son las larvas de corales, esponjas, anémonas, crustáceos o peces litorales, es decir, a todos aquellos organismos que se encuentran suspendidos en el agua.

La conexión entre poblaciones de estas especies ocurre, principalmente, por migración de larvas, ya que en su fase de vida adulta son prácticamente sedentarias, desplazándose muy poco o viviendo prácticamente aferradas al fondo, por lo que sus posibilidades de dispersión se reducen casi exclusivamente a esta etapa de su biología.

SIGUE EN PÁGINA 2



**VIENE DE PORTADA**

La red describe cómo se va a distribuir una partícula que comienza en un punto determinado al cabo de uno o dos meses, que es el período de tiempo que se puede aplicar a las larvas de muchas de estas especies.

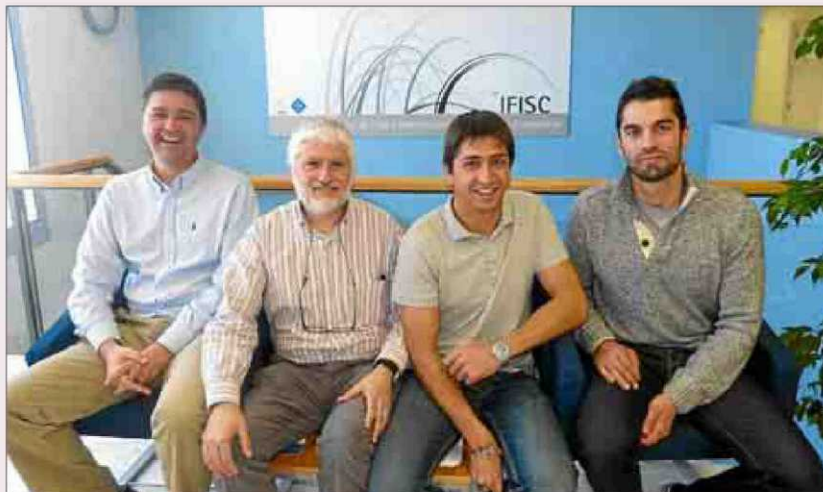
«Nos centramos en larvas porque se mueven con el agua, a la deriva, empujadas por las corrientes, mientras que un pez grande puede ir a contracorriente y es más difícil saber hacia dónde va», comenta Emilio Hernández-García, otro de los autores del estudio. «Este método predice dónde se van a quedar durante un cierto período de tiempo relativamente largo de uno o dos meses. Estas regiones en las que permanecen las larvas se denominan 'provincias' marítimas».

Uno de los resultados de esta investigación ha sido la obtención de mapas de 'provincias marinas' del Mediterráneo, que podrían definirse como regiones conectadas y mezcladas por las corrientes, pero relativamente aisladas de otras contiguas, en ellas las larvas se quedan atrapadas un tiempo sin poder salir. Los límites entre 'provincias' están relacionados a veces con barreras geográficas, pero en otros casos son el resultado de estructuras más dinámicas como remolinos y frentes.

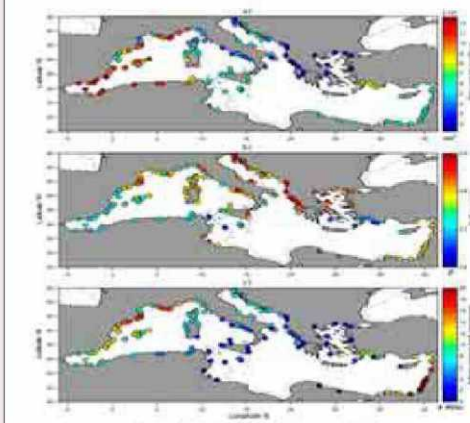
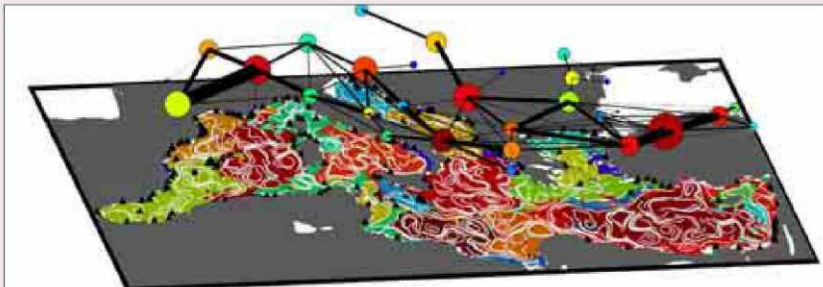
Examinando la localización y persistencia de las 'provincias' los investigadores caracterizan las escalas espaciales y temporales que controlan la dispersión de larvas en la superficie marina. En principio, llama la atención que las zonas de dispersión varían muchísimo su tamaño y mientras hay regiones relativamente grandes de 300 kilómetros, muy cerca existen otras pequeñas aisladas, lugares donde se producen remolinos permanentes, que no están muy mezcladas entre sí, algo que a primera vista no es obvio.

Otro de los aspectos del estudio ha sido el de definir tres nuevos indicadores de conectividad entre zonas y se han aplicado a las reservas marinas que actualmente hay en el Mediterráneo, a partir de cuantificar sus características de dispersión y su área de influencia. Las larvas de peces y otras especies son trazadores pasivos durante esta etapa y

**CONECTIVIDAD Y DISEÑO DE LAS ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS**



Cristobal López, Emilio Hernández, Vincent Rossi y Enrico Ser-Giacomi, autores del estudio. / E. SOTO



**Mapas.** En la imagen superior provincias marinas en el Mediterráneo, el mapa se ha extraído de una matriz de conectividad a escala de cuenca. Las provincias y la red de transporte resultante muestran arriba usando un código de color similar. A la izquierda, Áreas Marinas mediterráneas; en el primer mapa se señala la conectividad (las rojas las más conectadas, las azules las menos); en el segundo se señala el ratio de coherencia (las rojas las que menos se dispersan); en el tercero puede verse el número de reservas situadas en la misma provincia marítima.

su llegada o no a algunas áreas del océano es importante para determinar la estructura de la comunidad ecológica y genética.

El diseño de un parque nacional en tierra es relativamente fácil, pero el mar es un medio fluido, lo que aporta este método es una modelación espacial de la dinámica de ciertas especies, teniendo en cuenta la dispersión larvaria y la conectividad entre poblaciones. Lo que puede significar, en la práctica, que si proteges un cierto ecosistema te vas a encontrar en el futuro esos organismos no solo en esa área sino en zonas relativamente lejanas.

Si se establecen las Áreas Marinas Protegidas para preservar la biodiversidad tiene lógica crearlas en tantas regiones oceánicas inconexas como sea posible, pero dentro de una zona bien mezclada, sería redundante. «Uno de los aspectos que se deberían tener en cuenta en las estrategias de conservación y el diseño de las AMPs es si tiene más sentido proteger o crear dos reservas en dos áreas de provincias distintas o dos reservas en dos zonas que, aunque separadas, pertenecen a una misma provincia. La idea es que si quieres proteger ecosistemas diferentes es mejor poner el énfasis en zonas no conectadas que proteger el mismo ecosistema», apunta Hernández-García.

En teoría este tipo de división del mar en provincias y regiones puede ser también interesante en el estudio de contaminantes, por ejemplo el petróleo, porque al flotar a nivel superficial se quedará en una región durante un cierto periodo de tiempo. Se puede aplicar a nivel global del Mediterráneo viendo cómo pueden dispersarse los contaminantes, a qué escala o qué áreas son más vulnerables. Siempre teniendo en cuenta que se trata de un método de información estadística –a lo largo de los años qué zonas pueden a ser las más propensas a recibir vertidos–, pero si se produjese un evento tendría que realizarse una simulación 'ad hoc' para ese caso concreto. Este método podría servir de ayuda para controlar mejor el riesgo a largo plazo.