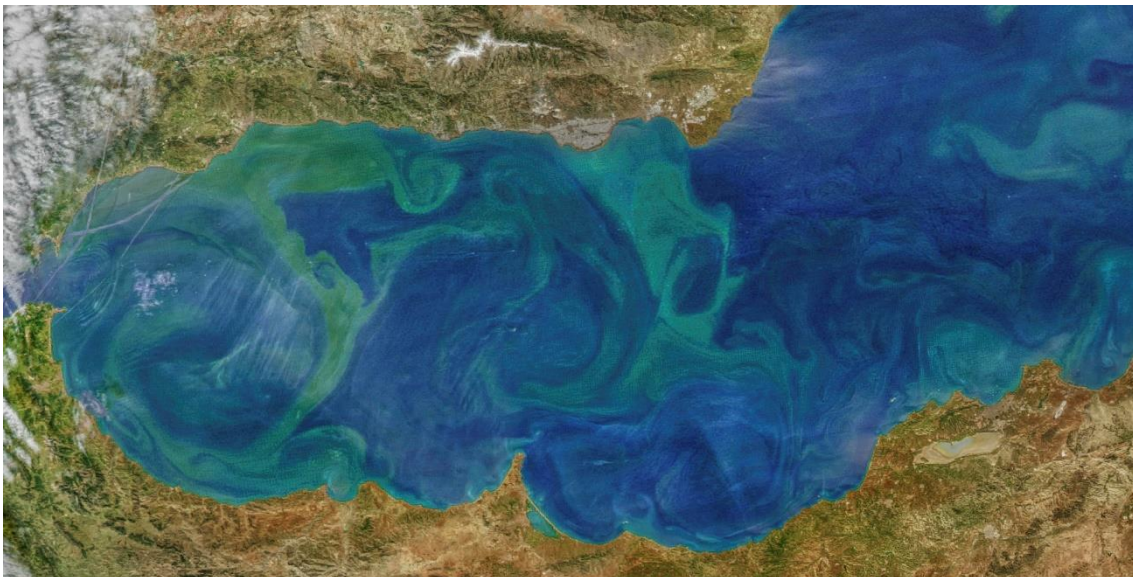


Palma de Mallorca / Madrid, martes 1 de diciembre de 2020

Descrita por primera vez de forma directa la trayectoria del agua entre la superficie y la profundidad del océano

- El proyecto CALYPSO, con participación del CSIC, estudia en el mar de Alborán las corrientes verticales, determinantes en la productividad biológica y el ciclo del carbono
- Por primera vez se han descrito las trayectorias tridimensionales del agua en un frente oceánico intenso, formado al encontrarse las aguas atlánticas y mediterráneas



Fitoplancton en el Mediterráneo occidental. La imagen fue captada el 11 de marzo de 2020 por el sensor MODIS a bordo del satélite Aqua de la NASA./ Norman Kuring, web OceanColor de la NASA

Un equipo internacional con participación de investigadores del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) ha medido por primera vez de forma directa la trayectoria vertical del agua en su camino desde las capas más superficiales del océano hacia las más profundas. El transporte vertical alcanza una mayor o menor profundidad en función, entre otros factores, de un fenómeno denominado estratificación térmica, el cual provoca que, en verano, el agua más superficial quede aislada debido al calentamiento y no pueda penetrar hacia capas profundas. Los resultados, [publicados](#)

[en la revista *Bulletin of the American Meteorological Society \(BAMS\)*](#), se han obtenido tras una campaña de mediciones en 2018 y 2019 en el extremo oriental del mar de Alborán, la parte más occidental del Mediterráneo.

Los estudios se han llevado a cabo en el marco del proyecto CALYPSO (Coherent Lagrangian Pathways from the Surface Ocean to Interior), financiado por la Oficina de Investigación Naval de Estados Unidos (ONR), una iniciativa que pretende comprender, caracterizar y predecir el transporte tridimensional en el océano, es decir, la trayectoria que sigue el agua tanto horizontal como verticalmente. El extremo oriental del mar de Alborán supone un laboratorio natural a pequeña escala, donde confluyen las masas de agua atlántica y mediterránea. Esta región, denominada frente de Almería-Orán, es uno de los puntos de especial concentración de biodiversidad del océano.

La estratificación del agua se produce cuando las masas de agua con diferentes propiedades, como la salinidad y la temperatura (que determinan la densidad), forman capas que actúan como barreras e impiden la mezcla de agua. Este intercambio vertical de calor, nutrientes, carbono y oxígeno es clave para la productividad biológica del océano e impedir, por ejemplo, que sufra anoxia o falta de oxígeno.

“El intercambio vertical entre la superficie y el interior del océano afecta al intercambio de calor y agua dulce, la productividad biológica, la exportación de carbono y la ventilación de oxígeno; por lo que mejorar la observación y comprensión de estos procesos y sus impactos a escala climática es uno de los principales retos a los que se enfrenta la observación de la Tierra”, asegura **Ananda Pascual**, investigadora del CSIC en el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA,CSIC-UIB) y una de las autoras del trabajo.

Técnicas innovadoras

Con el objetivo de observar, comprender y predecir las rutas tridimensionales que sigue el agua del océano superficial para abrirse paso hacia el océano más profundo, los científicos han empleado técnicas de observación innovadoras, junto con modelos de estudio de procesos, modelos predictivos y síntesis de datos.

Los estudios llevados por el equipo de CALYPSO han revelado que, en invierno, una estación en la que el océano pierde la estratificación debido al incremento del viento y las tormentas, el intercambio entre la superficie y las profundidades del océano se produce a una velocidad más intensa de lo que se pensaba hasta ahora.

“Con la nueva tecnología que hemos usado, una boya langrangiana de flotación neutra, equipada con un perfilador de corriente que mide la velocidad del agua por efecto Doppler, hemos medido de forma directa la velocidad vertical a la que el agua sube y baja en estos intensos frentes oceánicos, algo muy novedoso”, destaca el investigador del IMEDEA **Simón Ruiz**, otro de los autores del trabajo.

CALYPSO ahondará en qué papel cumplen los procesos de mesoescala (que tienen lugar a una escala espacial de entre 10 y 100 kilómetros) y submesoescala (de entre 0,1 a 10 kilómetros) en el transporte vertical. “El agua viaja miles de veces más rápido en

horizontal que en vertical, y descubrir las rutas por las cuales se transporta verticalmente debajo de la superficie es todo un desafío”, destaca **Pascual**.

El equipo de científicos continúa con el análisis intensivo y minucioso de los datos recogidos durante las últimas campañas. En paralelo, trabajan en la preparación de la campaña final de campo prevista para marzo y abril de 2022 a bordo de los buques de investigación *L'Atalante*, *Pelagia* y *SOCIB*. “Esta campaña incluirá un mayor número de plataformas de observación y completará el conjunto de datos recogidos para comprender, caracterizar y predecir el transporte tridimensional en el océano”, destaca **Joaquín Tintoré**, coautor del trabajo.

Además de los investigadores del IMEDEA (CSIC-UIB), en este artículo han participado científicos del Sistema de Observación y Predicción Costero de las Illes Balears (ICTS SOCIB); la Woods Hole Oceanographic Institution (Estados Unidos); la Scripps Institution of Oceanography (EE UU), y el Applied Ocean Physics Laboratory de la Universidad de Washington (EE UU).

Amala Mahadevan; Ananda Pascual; Daniel L. Rudnick; Simón Ruiz; Joaquín Tintoré; Eric D'Asaro.
Coherent Pathways for Vertical Transport from the Surface Ocean to Interior. *BAMS*. DOI:
[10.1175/BAMS-D-19-0305.1](https://doi.org/10.1175/BAMS-D-19-0305.1)

Charina Cañas / IMEDEA Comunicación / CSIC Comunicación