



**GOBIERNO DE
MÉXICO**



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

Comunicado 514/2024
Ciudad de México, 18 de abril de 2024.

Conahcyt expone proyecto de ciencia de frontera sobre el estudio integral de remolinos y su función en el golfo de México

- México se encuentra en la frontera del conocimiento al tratar de entender cómo ocurren los procesos de captura del carbono en el mar
- El fitoplancton es un conjunto de organismos fundamentalmente unicelulares, eficientes en la captura del dióxido de carbono y en el control del cambio climático
- Los remolinos cálidos también están relacionados con la intensificación de tormentas tropicales y huracanes
- Conocer las corrientes asociadas a los remolinos contribuye a la gestión segura y eficiente de operaciones de una plataforma petrolera, la cuales tienen un costo de uno o dos mdd por día
- Proyectos de ciencia de frontera presentados en el coloquio animan a las comunidades HCTI a plantear proyectos disruptivos y ambiciosos para romper las fronteras del conocimiento.

En el marco del coloquio “Sinergias: México en la frontera del conocimiento”, organizado por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt), se presentó el proyecto de ciencia de frontera “Florecimientos de fitoplancton en un remolino de la corriente de lazo”, el cual ha conseguido, por primera vez, hacer un muestreo multidisciplinario sobre un remolino de estas características con una resolución sin precedentes, para entender de forma integral cómo funciona el golfo de México.

Los hallazgos científicos de este proyecto de largo aliento suman el talento de 19 investigadoras e investigadores de una decena de instituciones y centros de investigación nacionales e internacionales, y son resultado de la articulación virtuosa de capacidades y colaboraciones diversas que fortalecen sus alcances.

Las ciencias básicas y de frontera, que fueron rescatadas del abandono de gobiernos pasados, actualmente han conseguido obtener resultados de gran importancia, mediante cinco proyectos mexicanos que fueron apoyados en la convocatoria Ciencia de Frontera 2019, bajo la modalidad de sinergias y que son visibilizados en este coloquio por su importancia en aplicaciones importantes y desarrollos tecnológicos soberanos.

Con estos cinco proyectos de ciencia honesta, base de cualquier aplicación y desarrollo tecnológico soberano y con pertinencia, se busca impulsar la generación





GOBIERNO DE
MÉXICO



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

de conocimiento nuevo, que no sólo repita o confirme los hallazgos que se consiguen en otras partes del mundo, sino que anime a las comunidades humanísticas, científicas, tecnológicas y de innovación (HCTI) a plantear proyectos disruptivos, ambiciosos y novedosos, que rompan las fronteras del conocimiento.

Con el proyecto sobre florecimientos de fitoplancton en un remolino de la corriente de lazo (RCL), México se encuentra en la frontera del conocimiento al tratar de entender cómo el fitoplancton en el mar —que es un conjunto de organismos fundamentalmente unicelulares— asimila el carbono inorgánico (dióxido de carbono - CO_2) y lo transforma en materia orgánica a través de la fotosíntesis en el interior de remolinos anticiclónicos.

Asimismo, se busca saber si en las llamadas zonas azules de los océanos, las cuales se encuentran en regiones de circulación anticiclónica y dentro de remolinos anticiclónicos, que giran en sentido de las manecillas del reloj, sean realmente desiertos biológicos, lo cual es un paradigma actual en ciencias oceánicas, afirmaron las y los investigadores.

El estudio de estos remolinos, que llegan a medir hasta 400 kilómetros de diámetro, y su relación con el fitoplancton, considera diferentes interacciones entre la física, la biología y la química, que ayudan a mejorar el entendimiento del papel que éstas juegan en los mecanismos de captura de carbono por parte del fitoplancton y el zooplancton, proceso esencial para la vida marina e incluso terrestre.

Y es que el fitoplancton juega un papel importante en el secuestro de carbono, a través de un proceso conocido como bomba biológica, que consiste en que estos productores primarios son consumidos por otros organismos que, al hundirse, llegan en forma de carbono orgánico a los sedimentos del fondo marino, donde puede permanecer por miles de años.

El fitoplancton son los productores primarios de los ecosistemas marinos que convierten el dióxido de carbono (CO_2) en materia orgánica. Cambios de la estructura espacial y temporal de la cantidad de fitoplancton inducidos por remolinos pueden alterar la concentración de CO_2 atmosférico, transformarlo en materia orgánica vía fotosíntesis y tener un impacto en el calentamiento global y cambio climático, profundizaron las y los expertos.

En ese sentido, se han estudiado los flujos advectivos y turbulentos de nutrimentos en el interior de un RCL forzado por frentes fríos en el golfo de México durante el otoño-invierno, para tratar de entender cómo estos flujos modulan la biomasa y



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

distribución de la comunidad fitoplanctónica desde la mesoescala (100km) hasta la pequeña escala (1km).

Lo anterior se desarrolló mediante una estrategia interdisciplinaria novedosa de muestreo y síntesis de alta resolución de un RCL con el uso de tecnologías marinas (como *gliders* y perfiladores de turbulencia), metodologías y parametrizaciones de frontera, que proporcionan observaciones multidisciplinares de alta resolución.

Este estudio, que se ha llevado a cabo utilizando sensores físicos y biogeoquímicos, montados en diferentes plataformas de observación como satélites, barcos, vehículos autónomos y, complementado con modelos numéricos, logró observar contrastes significativos de las propiedades físicas y biogeoquímicas entre el centro y la periferia del RCL.

Entre otras conclusiones destacadas, se señaló la relevancia que tienen estos remolinos en diversos procesos de gran interés; por ejemplo, el impacto que pueden tener en la intensificación de huracanes. Cuando un huracán pasa encima de uno de estos remolinos, su intensidad (categoría) puede aumentar sustancialmente, como ocurrió con el huracán Katrina en 2005, por mencionar un caso muy renombrado.

Los estudios realizados en el proyecto ayudan a entender los intercambios de energía entre la atmósfera y estas estructuras oceánicas. “Hay que estar muy pendientes de qué es lo que está pasando con estos remolinos ¿dónde están? ¿dónde va a pasar el huracán? En el golfo de México son estructuras que se monitorean regularmente, no así en otros océanos. Aunque la intensificación de huracanes depende de muchas cosas, la gran pregunta persiste sobre ¿qué fue lo que pasó con el huracán Otis en el Pacífico?”, y si algún efecto pudo tener una estructura anticiclónica; “es algo que debe investigarse”, apuntó el grupo de investigación.

Además, el estudio de los remolinos tiene gran importancia en el golfo de México, dado que las plataformas petroleras deben detener operaciones cuando se acercan demasiado. Saber dónde se encuentran sus corrientes fuertes ayuda a las plataformas petroleras a realizar sus operaciones, cuyo costo puede llegar a ascender hasta uno o dos millones de dólares diarios.

Con este proyecto que resalta la sinergia logística, científica y de coordinación de talento humano, también se identifican los grandes problemas que enfrentan los ecosistemas marinos, en gran parte producto de actividades antropogénicas. Su



**GOBIERNO DE
MÉXICO**



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

mitigación y manejo sólo pueden abordarse de forma integral usando un enfoque multidisciplinario.

El grupo que conforma este proyecto está integrado por 19 personas investigadoras, que pertenecen a diez instituciones científicas y tecnológicas: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (Cicese); El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur); y la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), a través del Instituto de Investigaciones Oceanológicas y de la Facultad de Ciencias Marinas.

Además, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), mediante el Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático; el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (Cicata), unidad Altamira del Instituto Politécnico Nacional (IPN); el Laboratorio de Estudios en Geofísica y Oceanografía Espaciales, de Toulouse, Francia (Legos, por sus siglas en francés); la Universidad de California, en Los Ángeles (UCLA); la Universidad de Islandia; y la Universidad de Texas.

La sesión fue encabezada por la directora general del Conahcyt, María Elena Álvarez-Buylla Roces; el investigador del Cicese, Julio Sheinbaum Pardo; el investigador del Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la UABC, Víctor Froylán Camacho Ibar; y el director del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la UNAM, Jorge Zavala Hidalgo.

Asimismo, participaron la investigadora del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la UNAM, Rosario Romero Centeno; la y el investigador del Cicese, Sheila Natali Estrada Allis y Enric Pallàs-Sanz; y el profesor-investigador del Cicata unidad Altamira del IPN, Marco Julio Ulloa Torres.

Florecimientos de fitoplancton en un remolino de la corriente de lazo

El proyecto logró identificar los siguientes resultados clave:

- Por primera vez se muestreó de forma multidisciplinar un remolino anticiclónico de la corriente de lazo (RCL) con una resolución sin precedentes.
- Se empleó un enfoque holístico con uso de sensores físicos y biogeoquímicos, y multiplataformas como satélites, barcos, vehículos autónomos y modelos numéricos.
- Durante la expedición científica, el RCL fue forzado por vientos nortes moderados de aproximadamente 10 metros por segundo.



**GOBIERNO DE
MÉXICO**



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

- A pesar de aumentar la concentración de clorofila-a y partículas en el centro del remolino debido a la mezcla tras el paso del frente Norte, no se reflejó en un incremento de biomasa de fitoplancton.
- Sensores hidrográficos y ópticos sugirieron hundimientos de material particulado de la capa superior del océano hacia la base del RCL.
- Se muestrearon por primera vez exopolímeros transparentes en un remolino anticiclónico.
- La distribución de las variables biogeoquímicas se ajusta a la estructura vertical del campo de densidad.
- Se observaron contrastes significativos de las propiedades físicas y biogeoquímicas entre el centro y la periferia del remolino.
- Se usaron modelos físicos y biogeoquímicos de última generación que fueron capaces de reproducir las observaciones.
- Los modelos lograron reproducir el radio y la traslación del remolino de acuerdo con imágenes de altimetría, así como otras variables como la profundidad de la capa de mezcla, nitraclina y máximo profundo de clorofila-a.

La sesión del coloquio “Sinergias: México en la frontera del conocimiento”, puede consultarse el siguiente enlace: <https://bit.ly/3TwpxBG>.

-oo0oo-

**Coordinación de Comunicación
y Cooperación Internacional**

comunicacion@conahcyt.mx

conahcyt.mx

