

PARADIGMAS DE LA OCEANOLOGÍA Y DESARROLLO DE LAS CIENCIAS MARINAS EN VENEZUELA

ANTONIO QUINTERO

*Departamento de Oceanografía, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente,
Cumaná, Venezuela. agqr2005@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6258-0985> +*

RECIBIDO: febrero 2026

ACEPTADO: junio 2026

RESUMEN: Las Ciencias Marinas en Venezuela enfrentan la necesidad de evolucionar desde una oceanografía exploratoria y extractivista hacia un modelo operativo, sistémico y sustentable. Enmarcado en las ideas de Thomas Kuhn, este trabajo analiza la heterogeneidad del territorio marino venezolano —estructurado en cinco regiones estratégicas— y propone un Plan Nacional de Oceanología adaptado a los desafíos contemporáneos del cambio climático y la seguridad alimentaria. Se destaca la surgencia costera como eje para la transformación pesquera y acuícola mediante el monitoreo operativo de variables ambientales y modelos predictivos. Asimismo, se plantea la necesidad urgente de refundar la Flota Oceanográfica Nacional y establecer un Sistema Nacional de Información Oceanográfica interoperable (bajo estándares como Darwin Core) que rescate el patrimonio de datos históricos del país, fortaleciendo el liderazgo internacional evidenciado por iniciativas como el Proyecto CARIACO. Esta transición no representa únicamente un ajuste técnico, sino una estrategia indispensable para consolidar la soberanía científica, la gobernanza participativa de las comunidades costeras y la seguridad territorial en los espacios marítimos venezolanos.

Palabras clave: Oceanografía operativa, surgencia costera, Plan Nacional de Oceanología, flota oceanográfica, soberanía científica, Venezuela.

ABSTRACT: Marine Sciences in Venezuela face the need to evolve from an exploratory and extractivist oceanography to an operational, systemic and sustainable model. Framed in the ideas of Thomas Kuhn, this work analyzes the heterogeneity of the Venezuelan marine territory —structured in five strategic regions— and proposes a National Oceanology Plan adapted to the contemporary challenges of climate change and food security. Coastal upwelling is highlighted as an axis for fisheries and aquaculture transformation through the operational monitoring of environmental variables and predictive models. Likewise, the urgent need to refund the National Oceanographic Fleet and establish an interoperable National Oceanographic Information System (under standards such as Darwin Core) that rescues the country's historical data heritage, strengthening the international leadership evidenced by initiatives such as the CARIACO Project. This transition does not only represent a technical adjustment, but an indispensable strategy to consolidate scientific sovereignty, the participatory governance of coastal communities and territorial security in Venezuelan maritime spaces.

Keywords: Operational oceanography, coastal upwelling, National Oceanology Plan, oceanographic fleet, scientific sovereignty, Venezuela.

La comprensión del mar está regida por paradigmas que, como postuló THOMAS KUHN (2004), definen cómo interrogamos e interpretamos la realidad marina. Estos modelos mentales, aunque esenciales para el progreso, pueden transformarse en barreras que limitan la innovación si no se cuestionan. En Venezuela, esto se manifiesta en la contradicción entre la fragmentación disciplinaria tradicional y la brecha entre la oceanografía exploratoria y la operativa.

Históricamente, hemos priorizado una oceanografía exploratoria de corto plazo, útil para verificar hipótesis, pero insuficiente ante los desafíos nacionales actuales. Es imperativo consolidar una oceanografía operativa, sustentada en mediciones sistemáticas y sostenidas con respaldo estatal, que permita predecir procesos y fenómenos a gran escala, fortalecer la capacidad nacional de respuesta ante escenarios ambientales y socioeconómicos complejos.

Esta transición hacia un nuevo modelo oceanográfico no es un simple ajuste técnico, sino una necesidad estratégica para la soberanía científica y la seguridad territorial del Estado. El objetivo es recuperar el sitio de excelencia internacional que Venezuela ya supo conquistar, demostrando que nuestra capacidad para liderar procesos globales no es una aspiración, sino un precedente documentado.

Este liderazgo se materializó en la 47.^a Reunión del Consejo Ejecutivo de la COI-UNESCO en París (UNESCO 2014), donde Venezuela alcanzó un hito histórico al convertirse en el primer país del Sur Global en dictar la prestigiosa *Roger Revelle Memorial Lecture*. Este logro, fruto de años de persistente gestión diplomática y “lobby” académico ante la COI, culminó con la distinción del Dr. Baumar José Marín Espinoza (UDO), quien recibió la Medalla Roger Revelle. Su conferencia sobre el Proyecto CARIACO, dictada en coautoría y con participación de la Dra. Máyida El Souki en representación de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales (FLASA), consolidó el carácter interinstitucional del programa, demostró al mundo que Venezuela posee la serie de tiempo oceanográfica más importante de toda la franja tropical global para el estudio del cambio climático; un activo soberano, que el nuevo Plan Nacional debe proteger y potenciar.

Zonificación costera del mar venezolano: Base para el desarrollo de las Ciencias marinas

La comprensión del desarrollo de las Ciencias Marinas en Venezuela debe partir de una premisa fundamental: el mar venezolano no es homogéneo. Su configuración exige una lectura diferenciada que reconozca cinco regiones estratégicas. En primer lugar, las amplias plataformas continentales del Oriente y el Golfo de Venezuela, que con profundidades menores a 100 metros, albergan una alta productividad pesquera, recursos energéticos y potenciales recursos mineros que demandan estudios oceanológicos rigurosos. En contraste, la Zona correspondiente al litoral central presenta una reducción drástica de la plataforma, favoreciendo una biodiversidad que requiere una oceanografía exploratoria activa de inventario, y cuya profundidad facilita el desarrollo portuario.

Esta diversidad se extiende hacia el interior en el Sistema Lacustre Nacional, donde los lagos de Maracaibo y Valencia exigen métodos oceanográficos adaptados a sistemas interiores para su monitoreo ambiental y gestión ecosistémica. Hacia el extremo oriental del país, la Plataforma Deltana y el Atlántico Tropical Occidental emergen como zonas clave no solo por su riqueza pesquera, sino por la continuidad geológica que dota al Estado de herramientas científicas esenciales para la planificación territorial y soberana. Finalmente, la Zona de Alta Mar y Frontera Oceánica, proyectada desde Isla de Aves y la fachada Atlántica, representa la nueva frontera de soberanía científica ante el advenimiento de tecnologías para la explotación minera y la identificación de nuevos cotos de pesca en aguas profundas.

En conclusión, esta zonificación ofrece la base operativa para un Plan Nacional de Oceanología que reconozca la heterogeneidad del territorio, integrando acciones diferenciadas que articulen ciencia, tecnología y gobernanza con la participación activa de las comunidades.

Del paradigma extractivista al aprovechamiento sustentable: La surgencia como eje de transformación pesquera de Venezuela

La atención científica al oriente venezolano tuvo su origen en la alta productividad pesquera de sus aguas y en la demanda europea de proteína marina de la posguerra. Este impulso inicial consolidó un paradigma extractivista centrado en la exportación de materia prima, pero ahora está en marcha la propuesta de migrar hacia un modelo de aprovechamiento sustentable.

Este cambio de visión se fundamenta en la comprensión de la surgencia costera, proceso recurrente en el sur del Mar Caribe —desde Paria hasta el río Magdalena— con especial incidencia en la plataforma nororiental venezolana.

Impulsada por los vientos alisios entre diciembre y marzo, esta dinámica ocurre sobre una plataforma de gran extensión y escasa profundidad, donde lagunas costeras, islas y los aportes del río Orinoco potencian la diversidad biológica (GÓMEZ 1996). Con vientos moderados (~5 m/s), las aguas superficiales cálidas son

desplazadas y reemplazadas por aguas subtropicales más frías; sin embargo, cuando los vientos superan los 6,0 m/s, se produce una surgencia intensa que hace aflorar aguas de hasta 200 metros de profundidad con temperaturas inferiores a los 21 °C y ricas en nutrientes y oligoelementos.

Estas dinámicas determinan la distribución de la productividad primaria y la disponibilidad de recursos pesqueros, por lo que su comprensión es imprescindible para la seguridad alimentaria de la nación. Superar el paradigma extractivista requiere que el Plan Nacional de Oceanología priorice el monitoreo operativo y la investigación aplicada, vinculando ciencia y gobernanza para garantizar que el mar deje de ser solo una fuente de materias primas y pase a ser un componente estratégico del desarrollo sostenible de la nación.

Surgencia costera: De la confirmación científica a la gestión estratégica

La existencia de la surgencia en el sur del Caribe fue confirmada por RICHARDS (1960), al demostrar que la temperatura superficial era 2 °C inferior al centro y norte del mar. Este hallazgo inició una sólida línea de investigación que, por décadas, ha ratificado la vigencia del fenómeno en el nororiente del país. Un dato relevante es que este patrón persiste aun cuando los vientos presentan mayores velocidades en el archipiélago Los Roques, península de Paraguaná y sobre la plataforma norte de las penínsulas de Araya (QUINTERO & TEREJOVA 2010), evidenciando una interacción compleja entre factores atmosféricos, batimétricos y oceanográficos que requiere un estudio sistémico.

Hoy, el desafío trasciende la confirmación científica: es imperativo comprender y pronosticar la surgencia para transformar ese conocimiento en beneficios tangibles. Esto exige un modelo de gestión que apoye a las pesquerías durante la surgencia intensa e intensifique la acuicultura en las fases débiles, compensando la productividad con estrategias adaptativas. Para ello, un Plan Nacional de Oceanología debe priorizar el desarrollo de modelos predictivos y el fortalecimiento del monitoreo operativo. La surgencia no es solo un fenómeno físico, sino una oportunidad estratégica para construir soberanía científica, seguridad alimentaria y resiliencia costera, articulando la investigación con la participación directa de las comunidades.

Consolidar la Oceanografía Operativa en Venezuela

La evolución del conocimiento sobre la surgencia, desde su confirmación por RICHARDS (1960), exige hoy un salto hacia la Oceanografía Operativa. A pesar de los primeros índices de surgencia (MARÍN *et al.* 2003) y el hallazgo de picos secundarios mediante imágenes satelitales (HERNÁNDEZ & GÓMEZ 2014; RUEDA *et al.* 2018), la ausencia de un monitoreo continuo de largo plazo impide comprender su naturaleza.

Venezuela posee una sólida tradición en observaciones sistemáticas, con el precedente invaluable de las mediciones meteorológicas en el Observatorio Cagigal desde finales del siglo XIX, el Proyecto CARIACO y los registros rutinarios que ya se adelantan en la estación marino-costera de Cumaná. Sobre esta base, es imperativo establecer el Programa Nacional de Monitoreo Marino: Termografía de los Mares Venezolanos, orientado a la evaluación sistemática de al menos la temperatura, salinidad, pH, oxígeno y vientos.

Este esfuerzo de vigilancia y predicción permitirá transformar la ciencia en beneficios tangibles: optimizar las capturas pesqueras durante los periodos de surgencia intensa e intensificar la acuicultura en las fases débiles mediante un manejo adaptativo. La surgencia no es solo un fenómeno físico, sino la oportunidad para consolidar la soberanía científica y la seguridad alimentaria. Un Plan Nacional de Oceanología debe asumir este desafío, articulando modelos predictivos y tecnología con la participación directa de las comunidades para garantizar la resiliencia de nuestro futuro costero.

Flota Oceanográfica

Uno de los mayores desafíos para las Ciencias Marinas en Venezuela es la actual inexistencia de una Flota Oceanográfica Nacional. Durante seis décadas, el país contó con cinco buques que forjaron un legado

invaluable: desde el pionero Guaiquerí I en los años 60, pasando por el emblemático Guaiquerí II —buque escuela de la UDO cuya pérdida en 2020 dejó un vacío histórico—, hasta el Punta Brava de la Armada, el Hno. Ginés (clave en el Proyecto CARIACO) y el Carlitos de Fundatun.

Hoy, la investigación se ha replegado a la línea costera, limitada a lanchas como la Balijú y Macabí del Instituto Oceanográfico de Venezuela. La realidad es ineludible: la flota ha desaparecido porque su mantenimiento excede los presupuestos institucionales ordinarios. Esta situación no puede continuar; la investigación marina y su infraestructura deben ser reconocidas como una prioridad estratégica del Estado y no como un asunto relegado al entusiasmo y la perseverancia individual de los investigadores.

El Plan Nacional de Oceanología debe otorgar a la reconstrucción de la Flota la relevancia que merece. Porque sin buques no hay mar recorrido; sin mar recorrido no hay conocimiento profundo; y sin conocimiento, no hay soberanía posible sobre el futuro marítimo de la nación.

Hacia un Banco Nacional de datos Oceanográficos: Superar la fragmentación para la soberanía científica

Desde 1961, la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) y sus instrumentos IODE y OBIS han enfatizado la necesidad de garantizar la disponibilidad de información marina para una gestión basada en evidencia. En Venezuela, aunque instituciones como el IOV, EDIMAR, INTECMAR, IZET y PDVSA Gas generan datos valiosos tras esfuerzos costosos, esta información permanece dispersa y almacenada de forma precaria.

Sin un sistema que integre los datos, las investigaciones y los datos se repiten, sin poder formar series de tiempo y no poder inferir cambios temporales. Durante seis décadas, el intento de consolidar un Banco Nacional de Datos Oceanográficos ha chocado con una barrera cultural y política: la disputa por la “propiedad” de la información. Superar esta fragmentación exige definir marcos de gobernanza y protocolos de interoperabilidad que prioricen el bien público sobre el celo institucional.

Un Plan Nacional de Oceanología debe contemplar la creación de un Sistema Nacional de Información Oceanográfica como eje estructurante de la gestión del conocimiento marino en el país. Este sistema deberá reunir las siguientes características:

- **Interinstitucional e interoperable:** Integrado por universidades, centros de investigación, organismos del Estado y sector productivo, bajo estándares internacionales de metadatos —como Darwin Core— que garanticen compatibilidad y vinculación con redes globales de información, tales como OBIS.

- **Histórico y prospectivo:** Diseñado para rescatar, digitalizar y sistematizar series de datos históricas, permitiendo su análisis comparativo y la construcción de escenarios predictivos frente a procesos como el cambio climático, la variabilidad oceanográfica y las presiones antrópicas.

- **Abierto y seguro:** Orientado al acceso público y al uso científico y técnico de la información, estableciendo al mismo tiempo niveles diferenciados de acceso y resguardo para datos sensibles o estratégicos.

- **Sostenible:** Respaldado por un compromiso financiero, institucional y tecnológico permanente del Estado, que asegure su actualización continua, mantenimiento de infraestructura y formación de talento humano especializado.

El Banco Nacional de Datos Oceanológicos no solo representa una herramienta técnica, es la condición estructural para que Venezuela ejerza una verdadera soberanía informada sobre sus mares y se reintegre con fuerza a la comunidad científica internacional.

Consideraciones Finales

A lo largo de esta reflexión hemos recorrido visiones que, ante las nuevas realidades globales, revelan sus límites. La creación del IOV, EDIMAR y la Escuela de Pesca respondió a la necesidad de

evaluar recursos en la posguerra. Más tarde, la exploración energética impulsó a INTEVEP y al grupo MetOcean-Gas de PDVSA.

Los tiempos cambiaron y el mayor logro de la Comisión Nacional de Oceanología fue el diseño del Plan Nacional de Oceanología – 1986. Este plan, después de 40 años, aún es extraordinario en su visión y sigue vigente en su diagnóstico. Sin embargo, nunca fue implementado.

Hoy, el plan que nos corresponde diseñar debe integrar los desafíos de nuestra época: el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la incorporación de las comunidades costeras como sujetos activos de transformación. En síntesis, el nuevo Plan Nacional de Oceanología debe proyectar la Venezuela de las próximas décadas, anticipando crisis críticas: la elevación del nivel del mar y la posible pérdida de 500.000 km² de mar territorial vinculados a la estabilidad de Isla de Aves; los cambios drásticos en la línea de costa por erosión e inundaciones, y la amenaza directa a la seguridad alimentaria por la disminución de la pesca y soberanía por disputas territoriales.

REFERENCIAS

- GÓMEZ, A. 1996. Causas de la fertilidad marina en el nororiente de Venezuela. *Interciencia* 21(3): 140-146.
- HERNÁNDEZ, I. & A. GÓMEZ. 2014. Surgencia estacional en la isla de Margarita, Venezuela. *Interciencia*, 39(2): 85-92.
- KUHN, T. S. 2004. La estructura de las revoluciones científicas. Traducción de la Obra original publicada en 1962 por Carlos Solís Santos. 2^a ed. México: Fondo de Cultura Económica. 352p.
- MARÍN B., A. QUINTERO, D. BUSSIÈRE & J. DODSON. 2003. Reproduction and recruitment of white mullet (*Mugil curema*) of tropical lagoon (Margarita Island, Venezuela) as revealed by otolith microstructure. *Fishery Bulletin* 101 (4): 809 – 821.
- QUINTERO, A. & G. TEREJOVA. 2010. Brisas de mar y tierra al norte de la península de Araya, Estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.*, 41(1): 41-52.
- RICHARDS, F. A. 1960. Some chemical and physical aspects of the Cariaco Trench. *Deep-Sea Research*, 7(3), 163-182
- RUEDA-ROA, D. T., F. E. MULLER-KARGER, A. J. GARCÍA-SÁNCHEZ & J. S. RUEDA-ROA. 2018. Coastal upwelling in the southern Caribbean Sea: observations from satellites and a numerical model. *J. Geophys. Res. Oceans.*, 123(7): 5032-5044
- UNESCO. 2014. *Forty-seventh Session of the Executive Council, Paris, 1–4 July 2014*. Reports of Governing and Major Subsidiary Bodies, Vol. 162. Intergovernmental Oceanographic Commission. IOC/EC-XLVII/3. París, Francia.