

Programas de observación oceánica para vigilar el clima y abordar las necesidades de la sociedad: el papel del Grupo de Expertos sobre Observaciones Oceánicas con Fines Climáticos

por Sabrina Speich, Escuela Normal Superior de París (Francia), copresidenta del Grupo de Expertos sobre Observaciones Oceánicas con Fines Climáticos (OOPC) y Weidong Yu, Universidad Sun Yat-sen (China), copresidente del OOPC

El océano absorbe, transporta, redistribuye y almacena calor de tal modo que actúa como un regulador del clima. Más de tres mil millones de personas basan su sustento en el océano; y este proporciona además un patrimonio de beneficios socioeconómicos, medioambientales y culturales a toda la humanidad. Comprender el océano es fundamental para aprovechar y mantener esos beneficios, al tiempo que se preserva su salud.

Pero el océano es inmenso y, aunque muchos países mantienen programas para la vigilancia oceánica, a menudo se limitan al área de sus respectivas zonas económicas exclusivas. Las grandes expediciones a cuencas oceánicas remotas, y las campañas experimentales desarrolladas en ellas, recopilaron datos valiosos que cambiaron la comprensión por parte de la sociedad, no solo de los océanos, sino de toda la Tierra; sin embargo, no proporcionaron una visión integral de toda su superficie. Los satélites cambiaron esto en gran medida pero solo en lo relativo a las capas superiores del océano. Aunque la humanidad ha cartografiado extensamente la superficie de Marte mediante una serie de sondas espaciales orbitales, tan solo el 20 % del fondo marino ha sido representado en mapas¹. Incluso

después de décadas de campañas oceanográficas, plataformas experimentales y satélites —así como otros avances tecnológicos como la revolución de los sensores autónomos— la imagen no está completa, se han obtenido instantáneas pero no una visión global.

El diseño de un sistema de observación para la vigilancia del océano en toda su extensión y profundidad, de manera sostenible y continuada, es un reto fundamental que requiere de un enfoque global. El Grupo de Expertos sobre Observaciones Oceánicas con Fines Climáticos (OOPC) se constituyó en 1996 para afrontar este desafío bajo tres programas de las Naciones Unidas: el Sistema Mundial de Observación del Océano (GOOS), el Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC) y el Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (PMIC)². Estos tres programas, creados en 1991, 1992 y 1993 respectivamente, tienen los mismos copatrocinadores: la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la

1 El cartografiado del lecho marino completo es el muy ambicioso objetivo del proyecto Seabed 2030 de la Nippon Foundation del Japón y el Mapa Batimétrico General de los Océanos (GEBCO)

2 El OOPC reemplazó al Grupo Especial de Desarrollo del Sistema de Observación de los Océanos (OOSD, 1990-1994), que se había encargado del diseño de un sistema de observación oceánica con fines climáticos

Cultura (UNESCO), y el Consejo Científico Internacional³.

Al OOPC se le asignaron tres objetivos:

1. Promover el desarrollo y la concertación de un plan internacional de observación sostenida del océano para apoyar los objetivos de sus copatrocinadores.
2. Sugerir mecanismos para evaluar y desarrollar el plan acordado.
3. Servir de enlace entre todas las entidades implicadas en la observación global del océano.

Estos objetivos han evolucionado con el tiempo y el enfoque inicial en las variables físicas se ha visto ampliado. Este artículo describe los logros y progresos del OOPC en los últimos 25 años.

Final de la década de 1990: Concepción de las piezas

El foco inicial del OOPC era el océano abierto mientras que otros expertos y grupos del GOOS se encargaban de los mares cerrados, las plataformas continentales y las aguas cercanas al litoral. En sus primeros años, el OOPC realizó un considerable número de exámenes impulsado por la llegada de nuevas tecnologías y capacidades de observación. Dos buenos ejemplos de ello son el Sistema Mundial de Observación del Nivel del Mar (GLOSS) a la vista de las nuevas capacidades de satélite y el Programa de buques ocasionales (SOOP). El Grupo de expertos también se involucró en la creación del Experimento mundial de asimilación de datos oceánicos (GODAE, 1997), que planteó nuevas demandas al sistema de observación del océano, y en el desarrollo del concepto del exitoso programa Argo⁴, todavía operativo.

El trabajo inicial del OOPC culminó en la Primera Conferencia Internacional sobre el Sistema de

Observación del Océano en relación con el Clima, que tuvo lugar en San Rafael (Francia), en octubre de 1999 (OceanObs'99), y que sentó las bases de lo que hoy se conoce como el sistema de observación sostenida del océano para el clima. De la OceanObs'99 surgió un consenso por parte de las comunidades de observación del océano para mantener un esfuerzo coordinado internacionalmente de observación de las variables físicas y de carbono oceánicas con respecto a las aplicaciones climáticas.

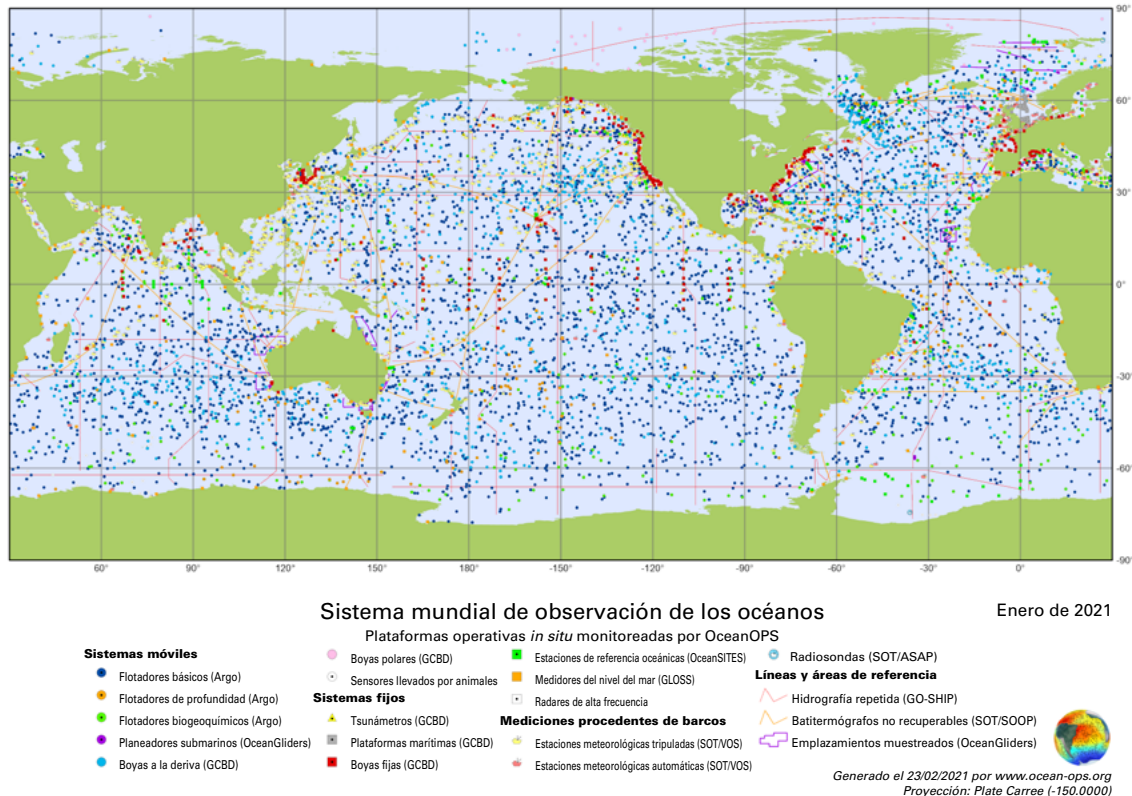
De 2000 a 2009: Establecimiento de las redes

Durante la década de 2000, el OOPC trabajó con diferentes asociados para respaldar el establecimiento de varias redes de observación sostenida, a partir de las recomendaciones de la OceanObs'99. Entre aquellas figuraban el despliegue de la iniciativa de series temporales de boyas fijas OceanSITES en 1999 y el desarrollo de la red internacional de perfiladores Argo en el año 2000. La implicación del OOPC resultó decisiva para mediar en los acuerdos sobre los datos e incorporar estas nuevas redes a programas ya existentes, como el SOOP y la Red mundial de batitermógrafos no recuperables (XBT), y para conectar con el creciente número de misiones de satélite. En 2001, el OOPC llevó a cabo un examen de la red de boyas fijas tropicales. Durante este período, el OOPC se asoció con el PMIC en el proyecto Clima y Océano: Variabilidad, Predecibilidad y Cambio (CLIVAR) y colaboró con otros grupos de expertos del PMIC, asegurando el desarrollo de un sistema de observación sostenida del océano y proporcionando datos para el estudio de procesos que tienen lugar a escala regional y de cuenca oceánica. A partir de su aportación al establecimiento del GODAE, el patrocinio indirecto del OOPC fue vital para incorporar en 2002 criterios de cambio climático al plan de desarrollo de lo que hoy es el Grupo para las mediciones de alta resolución de la temperatura de la superficie del mar.

La Segunda Conferencia Internacional sobre el Sistema de Observación del Océano en relación con el Clima (OceanObs'09) tuvo lugar en Venecia (Italia), en septiembre de 2009, con el OOPC como uno de sus responsables. Esta conferencia reconoció la utilidad de las observaciones oceánicas más allá del clima y

3 El GOOS y el SMOC tienen un patrocinador adicional: el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)

4 <https://argo.ucsd.edu/>



Estado de las redes que integran el Sistema Mundial de Observación del Océano (GOOS), monitoreadas por el Centro de Apoyo al Programa de Observaciones in situ de la OMM/COI-UNESCO y otras redes como GLOSS y Argo.

la necesidad de extender las variables físicas para incluir parámetros biogeoquímicos y de ecosistema en el sistema de observación de los océanos. Así, una recomendación fundamental de la OceanObs'09 fue la coordinación e integración a nivel internacional de las observaciones oceánicas interdisciplinarias. Con este fin se estableció un firme compromiso con las diversas comunidades involucradas en la observación del océano y con los usuarios finales. Los patrocinadores de la OceanObs'09 encomendaron a un equipo especial que respondiera a este reto, lo que condujo a la creación en 2012 de un Marco para la observación de los océanos (Lindstrom y otros, 2012; Tanhua y otros, 2019).

De 2010 a 2019: Más allá de las variables físicas y hacia las necesidades de la sociedad

El Marco para la observación de los océanos aplicó un enfoque sistémico a la observación global continuada del océano utilizando variables oceánicas

esenciales como objetivo principal y definiendo el sistema en base a requerimientos, observaciones, y datos e información como componentes fundamentales. De forma notable, se incorporaron tanto observaciones costeras como de aguas abiertas. La evaluación de la viabilidad, la capacidad y el impacto de cada uno de los tres componentes del sistema se basó en sus niveles de disponibilidad definidos como concepto, piloto y madurez. El Marco para la observación de los océanos proporciona guías para hacer evolucionar el sistema de observación al servicio de una amplia gama de aplicaciones y usuarios. Para apoyar el crecimiento del sistema de observación del océano, el GOOS se expandió para incluir tres grupos disciplinares: el OOPC se convirtió en el grupo de expertos sobre física y clima, el Proyecto Internacional de Coordinación sobre el Carbono Oceánico (IOCCP) se encargaba de la biogeoquímica marina, y se creó un nuevo Grupo sobre biología y ecosistemas (BioEco). El OOPC conservó el doble rol de grupo de expertos en materia oceánica del SMOC y grupo de expertos en física del GOOS. La prestación de cara al SMOC requiere que el OOPC trabaje

Algunos éxitos de los sistemas de observación en las cuencas oceánicas

A principios de la década de 1980, una de las iniciativas de mayor éxito del GOOS comenzó con la implementación inicial de la Red para la Observación Océano-Atmósfera en los Mares Tropicales (TAO), dirigida por la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA) de los Estados Unidos de América, en el centro y el este del océano Pacífico tropical. Posteriormente se extendió hacia el oeste con la introducción de la Red Transoceánica de Boyas en Triángulo (TRITON), facilitada por el Organismo de Ciencias y Tecnologías Marinas y Terrestres del Japón (JAMSTEC). El período de diez años que va desde 1985 hasta 1994 fue testigo del desarrollo de la red TAO-TRITON que cubrió todo el Pacífico tropical y supuso una enorme contribución al establecimiento de un sistema de observación a escala de cuenca oceánica para abordar las necesidades científicas y sociales (vigilancia, comprensión y predicción) de El Niño y sus impactos globales. La iniciativa se desencadenó con el sorprendente suceso de El Niño en 1982/83, que demostró que la naturaleza siempre es mucho más compleja de lo que parece. El éxito en materia de observación, teoría, predicción y servicios de El Niño se considera uno de los avances más importantes del siglo XX en la ciencia del océano y el clima. El Proyecto relativo a un sistema de observación del Pacífico tropical en 2020 (TPOS 2020) tiene como objetivo actualizar la red de 30 años TAO-TRITON a un sistema de observación más sostenible y adecuado.

La cuenca del océano Índico cuenta otra historia. En este caso el sistema de observación oceánica comenzó a funcionar a principios del siglo XXI, con retraso respecto a su vecino del Pacífico. El Sistema de observación del océano Índico (IndOOS) se propuso y se discutió en la OceanObs'99 en San Rafael (Francia). En ese momento se creó el Grupo de expertos del océano Índico de CLIVAR-GOOS para planificar y desarrollar el IndOOS. Este último se desarrolló por la vía rápida mediante cooperación internacional, con valiosas contribuciones de Australia, China, los Estados Unidos de América, India, Indonesia, el Japón y Sudáfrica en concepto de tiempo de navegación y/o inversiones en instrumentación. El reciente examen decenal del IndOOS dio lugar a una versión revisada del plan que se pondrá en marcha a partir de 2021.

con todos los componentes del GOOS, coordinando la entrada de datos oceánicos e interactuando con sus grupos hermanos del SMOC: el Grupo de Expertos sobre Observaciones Terrestres con Fines Climáticos (TOPC) y el Grupo de Expertos sobre Observaciones Atmosféricas con Fines Climáticos (AOPC).

La conferencia OceanObs'19 trataba de adaptar la ciencia, la tecnología y las capacidades humanas en la observación del océano para abordar unas necesidades sociales urgentes y cada vez mayores. Se puso de manifiesto la importancia de las observaciones oceánicas como un recurso fundamental de información en materia de riesgos naturales: desde algas perjudiciales y proliferación de bacterias,

tsunamis, mareas de tempestad, olas de calor marinas y tempestades hasta otros fenómenos meteorológicos extremos como biodiversidad y salud de los ecosistemas, contaminación marina y cambios en el nivel del mar. Se subrayó la necesidad de llevar a cabo observaciones que apoyen la gestión basada en el ecosistema, la predicción marítima y meteorológica, las proyecciones y predicciones del clima, la navegación y la seguridad marítima, el apoyo a la toma de decisiones para la adaptación climática, la exploración del océano profundo y el cartografiado del fondo marino, entre otras muchas áreas. La necesidad de integrar los programas de observación oceánica e investigación para dar respuesta a las necesidades de la sociedad es más importante que nunca (Visbeck, 2018).

Después de 2020: El futuro de las observaciones oceánicas y los esfuerzos de coordinación

En este artículo se han descrito la historia y algunos éxitos del OOPC, con sus múltiples responsabilidades hacia el SMOC, el GOOS y el PMIC. El OOPC afronta nuevos retos debido a la complejidad creciente de la combinación de plataformas de observación y tecnologías de sensores, el continuo aumento de usuarios y sus distintas necesidades, a veces divergentes. Para abordar este desafío, el OOPC se plantea las siguientes preguntas (Sloyan y otros, 2019):

- ¿Cómo se hace evolucionar el sistema de observación para abordar un rango más amplio de aplicaciones que vayan desde los fenómenos extremos (p. ej. ciclones, tempestades, olas de calor marinas y predicción de inundaciones costeras) hasta la vigilancia del clima y los servicios de apoyo al ecosistema?
- ¿Qué acciones deben llevarse a cabo para seguir ejercitando el sistema mediante revisiones? ¿Atraer nuevos usuarios, innovar, ampliar la participación?
- ¿Cómo evaluar e innovar de manera continua el sistema de observación para asegurarse de que funciona como un sistema integrado?
- ¿Cómo mantener el interés y el impulso para continuar con las observaciones cuando buena parte de la financiación se basa en ciclos de corto plazo?⁵

5 A diferencia de las observaciones de satélite (basadas en financiación pública e industrial) y las observaciones meteorológicas marinas (integradas en programas de observación sostenidos y operativos que llevan a cabo los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales), las observaciones oceánicas *in situ* son financiadas en su mayoría por proyectos de investigación de duración limitada (el compromiso más largo suele ser de 5 años), lo que pone en serio riesgo la continuidad de las series temporales

En enero se proclamó el período 2021-2030 como Decenio de las Naciones Unidas de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible, lo que supone una oportunidad única para buscar soluciones que mejoren el conocimiento del océano y transformen su situación de acuerdo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. El Decenio está enfocado en la ciencia y se han propuesto varias líneas de investigación y desarrollo. No obstante, el conocimiento teórico no es suficiente ya que resulta necesario identificar quién debe hacer qué y estimular el paso del conocimiento científico a soluciones viables. Buscando respuestas a estas cuestiones, el OOPC seguirá apoyando al GOOS, el SMOC y el PMIC, en conexión con la comunidad de observación de los océanos y otros agentes interesados, en la promoción de programas de transformación en el marco del Decenio que permitan avanzar en el desarrollo de un sistema de observación oceánica integral que satisfaga los requerimientos de la sociedad.

Referencias

- Lindstrom, E., Gunn, J., Fischer, A., McCurdy, A. y Glover, L. K. (2012). A Framework for Ocean Observing. En: Proceedings of the Task Team for an Integrated Framework for Sustained Ocean Observing. UNESCO, 2012 (revisado en 2017), IOC/INF-1284 rev.2, Venecia.
- Sloyan, B. M. y otros (2019). Evolving the Physical Global Ocean Observing System for Research and Application Services Through International Coordination. *Front. Mar. Sci.*, 6: 449. doi.org/10.3389/fmars.2019.0049.
- Tanhua, T. y otros (2019). What We Have Learned From the Framework for Ocean Observing: Evolution of the Global Ocean Observing System. *Front. Mar. Sci.*, 20 de agosto de 2019. doi.org/10.3389/fmars.2019.00471.
- Visbeck, M. (2018). Ocean science research is key for a sustainable future. *Nat. Commun.*, 9, 690. doi.org/10.1038/s41467-018-03158-3.