

- I. [Características generales del Instituto](#)
- i. **Instituto de Ciencias Oceánicas**
- ii. **Sistemas acuáticos y costero-marinos**
- iii. [Palabras clave \(hasta 5\):](#) Oceanografía, Clima, Ecosistemas, Sociedad
- iv. **Resumen**

El océano es esencial para la vida, regulando el clima, produciendo el 70% del oxígeno y el 50% de la productividad primaria globales, y proporcionando alimento a gran parte de la humanidad. Sin embargo, la actividad humana lo ha deteriorado, lo que motivó a la ONU a declarar la Década de los Océanos (2021-2030) para impulsar la investigación y sostenibilidad oceánica. En este marco, es crucial generar conocimiento científico. La Universidad de la República (Udelar), principal generadora de conocimiento en Uruguay, enfrenta fragmentación y falta de recursos para abordar estos desafíos. Por ello, se propone crear un Instituto de Ciencias Oceánicas (ICO) que integre las capacidades de la Udelar en un esfuerzo coordinado y multidisciplinario. Este instituto, con un fuerte enfoque en investigación, será un referente nacional y regional, promoviendo la generación de conocimiento, la formación de recursos humanos y el desarrollo de políticas públicas informadas y sustentadas en ciencia. El ICO incluirá cuatro programas: océano y clima, estructura, funciones y procesos de los ecosistemas, economía oceánica, y gobernanza con un enfoque interdisciplinario para abordar los sistemas social-ecológicos marinos y fortalecer el sistema nacional de I+D+I. En este marco, fomentará la cooperación con instituciones nacionales e internacionales. La formación de investigadores a nivel de grado se basará en aportar fuertemente a la Licenciatura en Oceanografía (una nueva carrera específica). Se articulará para la formación de posgrado, extensión y difusión del conocimiento, así como también a reflexionar sobre aspectos filosóficos y éticos sobre la equidad, la justicia y la relación de los humanos con la naturaleza. Con más de 90 docentes involucrados representando a 6 servicios universitarios uruguayos y casi una decena de instituciones del extranjero, el ICO tendrá un impacto significativo en los ámbitos científico, social, cultural y de gestión del océano del país y la región.

Abstract

The ocean is essential to life, regulating the climate, providing 70% of the world's oxygen, 50% of primary productivity, and supplying food for a significant portion of humanity. However, human activity has deteriorated it, prompting the UN to declare the Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021-2030) to drive research and ocean sustainability. Within this framework, generating sound scientific knowledge is crucial. The University of the Republic (Udelar), the leading generator of knowledge in Uruguay, faces fragmentation and a lack of resources to tackle these challenges. Therefore, the creation of an Ocean Sciences Institute (ICO) is proposed to integrate Udelar's capacities into a coordinated and multidisciplinary effort. With a strong focus on research, this institute will become a national and regional reference, promoting knowledge generation, human resource training, and the development of informed, science-based public policies. The ICO will address four key programs: ocean and climate, ecosystems, ocean economy, and governance. These programs will foster an interdisciplinary approach to addressing marine socio-ecological systems and strengthening the national R&D&I system. Within this framework, it will encourage cooperation with national and international actors. Training at the undergraduate level will focus heavily on contributing to the Bachelor's degree in Oceanography (a new, specific degree program). It will also contribute to postgraduate education, outreach, and knowledge dissemination, while reflecting on philosophical and ethical aspects such as equity, justice, and the human relationship with nature. With more than 90 faculty members involved, representing six Uruguayan university departments and nearly ten foreign institutions, the ICO will have a significant impact on the country's and region's scientific, social, cultural, and ocean management arenas.

v. [Caracterización del equipo docente, sus perfiles y trayectorias \(incluyendo la experiencia relevante\), así como los roles a desempeñar en el Instituto. Los Curriculum Vitae de los docentes que ya integran el equipo proponente se adjuntarán en el formulario \(en formato CVUy para personas radicadas en Uruguay\).](#)

En este apartado se presenta una caracterización general del equipo proponente, que da sustento, coherencia y viabilidad al plan de desarrollo. Los perfiles de cada investigador y su rol y a cumplir en el ICO fueron ingresados en el formulario electrónico y se compilaron en el documento anexo (Anexo 1).

El equipo proponente se compone de 91 investigadores cuyas diversas líneas de investigación abarcan un amplio espectro de temáticas relacionadas a las Ciencias Oceánicas. La propuesta reúne participantes de 6 servicios de la Udelar que incluye el Centro Universitario Regional Este (36), las Facultades de Ciencias (29), Veterinaria (6), Ciencias Económicas y Administrativas (5), Arquitectura Diseño y Urbanismo (4) y Humanidades y Ciencias de la Educación (1). Los docentes se encuentran en diferentes etapas de desarrollo profesional: 7 profesores titulares (Grado 5), 13 profesores agregados (Grado 4), 29 profesores adjuntos (Grado 3), 26 profesores asistentes (Grado 2) y 7 profesores ayudantes (Grado 1). Una amplia mayoría de los participantes desarrolla líneas de investigación en el espectro de “funciones y procesos de los ecosistemas” (60+). Los programas restantes cuentan con la participación de entre 6 y 10 investigadores cada uno. A pesar de la heterogeneidad numérica, todas cuentan con docentes con formación doctoral, grados docentes altos y productividad acorde a estándares de cada área y desarrollo en el país. Los investigadores senior (Grado 5 y Grado 4 y parte de los Grado 3) actuarán como referentes de los distintos programas, ejes temáticos y líneas de investigación del ICO. Se integrarán nueve investigadores externos a la Udelar, dos afiliados a instituciones nacionales, ocho a instituciones extranjeras, entre estos últimos cuatro son uruguayos (diáspora) con vínculos de colaboración activos. Los responsables (Dres. Omar Defeo y Angel Segura) conducirán este colectivo junto con los referentes temáticos más experimentados. Las trayectorias de excelencia, de los directores abarcan áreas de investigación básica y aplicada, disciplinares y multidisciplinarias concernientes a las temáticas del ICO, además de experiencia en la dirección de equipos de trabajo y en el cogobierno Universitario, capacidades fundamentales para la integración y sinergias requeridas para cumplir los objetivos ICO.

II. [Antecedentes del Instituto](#)

- i. [Antecedentes de la temática a nivel nacional e internacional, ponderando los aspectos distintivos que aporta el Instituto respecto a otras propuestas existentes, nacionales e internacionales.](#)

La Universidad de la República (Udelar) tiene una larga e incremental historia de aportes en diferentes aspectos concernientes a las ciencias oceánicas. Ha estado

asociada a su evolución en un contexto histórico político-económico nacional e internacional, el cual precede y ejemplifica la favorable situación actual para la conformación un Instituto de Ciencias Oceánicas (ICO). En Udelar, el estudio del mar uruguayo comenzó en la Facultad de Veterinaria (FVET) en la década de 1920, en consonancia con el desarrollo de la actividad pesquera industrial, profundizándose en 1961 con la creación del Instituto de Investigaciones Pesqueras Dr. Víctor H. Bertullo. Este Instituto contribuyó en temas de pesca, tecnología de productos pesqueros y biología marina. En esta década, el desarrollo científico también acompañó las necesidades de información asociadas a reivindicaciones nacionales de espacios estuarinos, marítimos y de sus recursos, primero en instancias binacionales con Argentina y luego internacionales (FAO, CONVEMAR, ISA, ver acrónimos en Anexo 2). La Facultad de Humanidades y Ciencias creó un Departamento de Oceanografía (1976) y una Licenciatura de Oceanografía Biológica (LOB, 1978), que potenciaron la formación de investigadores y su inserción en el Instituto Nacional de Pesca (actual DINARA) y en el Servicio de Hidrografía, Oceanografía y Meteorología de la Armada (SOHMA). Estos desarrollos ocurrieron en el contexto de las negociaciones internacionales del Derecho del Mar, así como en incentivos de políticas de desarrollo del sector pesquero. En 1985, tras el retorno a la democracia, la LOB fue eliminada, pero se mantuvo un Laboratorio de Oceanografía Biológica y una especialización en Oceanografía y Ecología dentro de la Licenciatura en Biología.

En 1990, el Consejo Directivo Central de la Udelar promovió la creación de la Unidad en Desarrollo de las Ciencias del Mar (UNDECIMAR) en la Facultad de Ciencias (FCIEN). En esta etapa, FCIEN y otros servicios de la Udelar jugaron un papel decisivo en programas de investigación para la gestión: ECOPLATA, PROBIDES y FREPLATA. Paralelamente se inició la formación de investigadores a nivel de posgrado en programas como PEDECIBA (inicialmente en las Áreas Biología y Física, y luego Geociencias desde 2009), y en la Maestría en Ciencias Ambientales. Existen actualmente varias unidades académicas asociadas a las ciencias oceánicas dispersas en los Institutos de Biología, Física, Ecología y Ciencias Ambientales, y Geología de FCIEN. Se suma el Programa de Arqueología Subacuática (PAS) creado por la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (FHCE) y más recientemente, el Centro Universitario Regional del Este (CURE), incluye desarrollos en investigación

oceanográfica en diversos ejes con investigadoras/es distribuidas en varios Departamentos Académicos, con especial énfasis en el Interdisciplinario de Sistemas Costeros Marinos, Modelización Estadística de Datos e Inteligencia Artificial, Ecología y Gestión Ambiental y el eje de Antropología Social Marítima y Costera como parte del Centro de Investigaciones del Patrimonio Costero (CIPAC), entre otras. Estos desarrollos han permitido generar una masa crítica de investigadores dispersos en múltiples unidades académicas, y demuestra el interés y potencialidad de la Udelar para generar conocimiento y capacidades para la comprensión, conservación y el manejo del océano.

Antecedentes inmediatos

En consonancia con el Documento Estratégico gubernamental 2018 (Resolución 236/018 Ministerio de Educación y Cultura, Piedra-Cueva y Genta 2019), la Udelar realizó en 2018 un diagnóstico y perspectivas de sus actividades relacionadas con el mar y la costa y propuso un *Programa de Desarrollo en Oceanografía, el territorio marítimo y la zona costera*. Este programa fue aprobado por el Consejo Directivo Central de la Udelar (CDC, 17/12/2019), que creó un Grupo de Trabajo (GT) para establecer una Red Universitaria encargada de actualizar y sintetizar capacidades de enseñanza, investigación y extensión, relevar convenios y proyectos con instituciones nacionales e internacionales. Dicho GT reunió representantes de las Facultades de Arquitectura, Ciencias, Economía, Sociales, Humanidades, Ingeniería, Química, Veterinaria, el CURE, el ISEF y, posteriormente, Derecho. El GT generó un Plan de Estudios para una carrera de grado en Oceanografía, que actualmente está en revisión para su implementación y la propuesta de una estructura institucional adecuada. La presente propuesta apunta a cumplir con este último objetivo, al generar un espacio de investigación coherente que permita conjugar las capacidades existentes para abordar preguntas y conocimientos emergentes que trasciendan los abordajes disciplinares en ciencias oceánicas.

Contexto internacional

La conformación de Institutos con foco en la investigación en oceanografía y ciencias del mar es una estrategia muy extendida en el contexto internacional. Mayoritariamente estos institutos surgen en el seno de universidades, o bien se vinculan, o son

incorporados a estructuras universitarias como parte de su evolución y desarrollo. Así, además de la investigación participan decisivamente en la formación de investigadores, informan en el desarrollo de políticas públicas, y promueven el conocimiento e interés de los ciudadanos en temas concernientes al océano, su conservación y respeto por sus valores intrínsecos. En América Latina, prácticamente todos los países mantienen institutos de este tipo. Como ejemplos pueden citarse los casos de Argentina con una red de institutos universitarios dependientes de CONICET (u otra agencia pública), o mixtos: Instituto Argentino de Oceanografía (IADO, CONICET - Universidad Nacional del Sur), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC, CONICET – Univ. Mar del Plata), Instituto de Biología de Organismos Marinos (IBIOMAR, CONICET-CENPAT), Instituto de Biología Marina y Pesquera Almirante Storni (IBMPAS, Universidad de Comahue - Ministerio de Desarrollo Económico y Productivo de Río Negro). En Brasil destaca el Instituto Oceanográfico de la Universidad de San Pablo (IO-USP), y el IO-FURG de la Fundación Universidad de Río Grande del Sur. En Chile, el Instituto Milenio de Oceanografía de la Universidad de Concepción. Casos similares podrían citarse para otros países de la región y extra-región (América del Norte, Europa, Asia). En gran parte, quienes proponen este instituto han formado parte de estas instituciones o han colaborado activamente con ellas.

Los Institutos son ámbitos privilegiados para desarrollar la investigación en ciencias oceánicas, formar investigadores, y cultivar vínculos estrechos con la sociedad. Un elemento distintivo del ICO es la amplitud del abanico disciplinar, que incorpora no solo las disciplinas vinculadas a la Oceanografía, sino también múltiples vertientes de las Humanidades y Tecnologías. Esta apuesta ambiciosa en el diseño institucional, está orientada a desarrollar enfoques innovadores para abordar problemas de investigación complejos y multidimensionales. Asimismo, esta estrategia fomentará la generación de conocimiento interdisciplinario transformador, capaz de redefinir la forma de conceptualizar y entender nuestra relación con el océano.

ii. [Vínculos actuales del equipo proponente con actores institucionales externos relacionados con la educación y/o a la investigación, nacionales e internacionales, en la temática propuesta.](#)

El equipo proponente mantiene vínculos con instituciones externas a través de su participación en redes de cooperación y programas internacionales para la educación e investigación. En particular con ejemplos concretos con Universidades prestigiosas regionales (ej. UBA, IOUSP, Concepción) y extra región (ej. Texas A&M). Ejemplos recientes y vigentes son: la **All-Atlantic Floating University Network**, parte de la Alianza de Investigación e Innovación del Océano Atlántico que promueve la formación de nuevos profesionales e intercambio de buenas prácticas. El Programa **Challenger 150**, iniciativa científica global y cooperativa dedicada a la investigación de los fondos marinos y la construcción de capacidades. **Oceatlan**, Alianza Regional en Oceanografía para el Atlántico Sud-Occidental y Tropical (grupo regional del GOOS, COI-UNESCO), conformada por instituciones de Argentina, Brasil y Uruguay que desarrollan actividades de monitoreo, gestión y/o investigación en el campo de la Oceanografía. El ingreso a la **Red UNESCO Unitwin** para la Arqueología Subacuática, que desarrolla proyectos y acciones estratégicas para el estudio y conservación del patrimonio cultural subacuático. Esta Red cuenta actualmente con 53 Universidades de los 7 continentes, enfocadas en la temática. El Programa **CLIVAR** dentro del **World Climate Research Program** que busca describir y entender la interacción océano-atmósfera e identificar procesos que gobiernen la variabilidad y cambio climático. Respecto a vínculos nacionales, existe vínculo con el programa Ambiental de la **Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo (Argentina-Uruguay)**, que apoya la investigación orientada a la conservación y uso sustentable de las aguas bajo jurisdicción conjunta de ambos países. Desde 2009, diversos integrantes han colaborado con la empresa estatal **ANCAP** en la sistematización y aporte de información de base para evaluar las cuencas offshore de Uruguay ante el hallazgo potencial de hidrocarburos. Varios equipos de la Udelar (FCIEN, CURE) han asesorado a la **DINARA (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca)** en aspectos relacionados con la evaluación y manejo de recursos pesqueros, así como en el desarrollo de arreglos de gobernanza que incluyen la participación de los usuarios en la toma de decisiones. Como ejemplos relevantes, jugaron un rol sustantivo en la redacción de la Ley de Pesca (19.175) y su reglamentación que incluye conceptos de avanzada o en el diseño y generación de planes de manejo para las Áreas Marinas Protegidas liderado por el **SNAP (Ministerio de Ambiente)**. Finalmente, se destaca en el ámbito operativo i) el

monitoreo oceanográfico del Parque Nacional de Isla de Flores desde hace más de 5 años en conjunto con el Ministerio de Ambiente; ii) la propuesta para generar la primera estación costera universitaria de ciencias marinas (FVET, CURE, FCIEN, Facultad de Química FQUIM) en un predio en el puerto de La Paloma-Rocha cedido en comodato por la **Dirección Nacional de Hidrografía (Ministerio de Transportes y Obras Públicas)** a la Udelar, entre cuyos objetivos destacan la docencia, investigación y extensión, y con el objetivo general de “Aportar al desarrollo de la oceanografía, la biología marina y la tecnología de la producción pesquera”; y iii) la participación y asesoramiento para la puesta en marcha de un buque oceanográfico multipropósito recientemente adquirido por la **Armada Nacional (Ministerio de Defensa)**, entre cuyos cometidos apoyará la investigación científica.

III. Objetivos y justificación

i. Objetivo general y objetivos específicos del Instituto.

El ICO desarrollará y articulará investigación, docencia y la relación con la sociedad mediante la integración transversal de saberes inherentes al ámbito de las ciencias oceánicas. Así, aportará a la comprensión integrada de los sistemas marinos a diferentes escalas, y generará conocimiento de frontera disciplinar y emergente con aplicaciones concretas a temas de relevancia nacional e internacional, como por ejemplo la sostenibilidad de la explotación pesquera, el cambio climático o la calidad ambiental. Una estrategia transversal posibilitará la generación, compilación y análisis de información oceanográfica desde múltiples aproximaciones para responder preguntas científicas, y apoyar la gestión y toma de decisiones informada respecto a las aguas jurisdiccionales y los fondos marinos bajo jurisdicción nacional. Las acciones dialogarán con la reflexión crítica en torno a los marcos teóricos disciplinares, los fundamentos epistémicos y las implicaciones éticas del trabajo emprendido por el ICO y sus resultados (Anexo 3). Se propiciará la generación de un espacio de trabajo plural y de fuerte respeto interpersonal, donde confluyan y se conjuguen diferentes visiones de las Ciencias Oceánicas como ámbito para la generación de conocimiento y para el desarrollo de jóvenes investigadores al más alto nivel, en un tema clave para el país.

Objetivos específicos:

-Generar conocimiento en base a investigación fundamental y aplicada para la resolución de problemas relevantes en el ámbito de las Ciencias Oceánicas y contribuir al desarrollo de políticas públicas sustentadas en ciencia. Para ello, desarrollará líneas relacionadas a la sustentabilidad de la explotación pesquera, el cambio climático y secuestro de carbono y la calidad ambiental.

- Formar recursos humanos especializados a nivel de grado y posgrado, con énfasis en la nueva Licenciatura en Oceanografía, pero también participar de otras ofertas de grado y de posgrado.

-Desarrollar la extensión y la relación con la sociedad mediante una fluida comunicación para aportar al entendimiento de temas de interés mediante el fomento del debate público y el acompañamiento de la sociedad civil organizada en las inquietudes surgidas en el marco de procesos participativos.

-Promover la reflexión acerca de los fundamentos filosófico-epistémicos en áreas relevantes al ICO, así como sobre las implicancias del conocimiento generado en valores fundamentales como la cultura, la equidad, la justicia y la relación del ser humano con la Naturaleza.

-Potenciar las principales capacidades de Udelar en Ciencias Oceánicas mediante la planificación coordinada del trabajo de sus investigadores y la optimización en el uso de los recursos materiales disponibles.

-Constituir un centro de referencia para el país y la región en Ciencias Oceánicas, y como tal mantener vínculos con actores académicos y no-académicos relevantes en el contexto nacional e internacional.

ii. Justificación con la cual se explique la necesidad de crear un Instituto en la temática elegida, fundamentando y especificando por qué la mejor configuración institucional para llevar adelante los objetivos planteados es un Instituto.

Existe un reconocimiento explícito en diferentes ámbitos (académicos, de gestión, de la sociedad en general) de la importancia de las Ciencias Oceánicas para el Uruguay. Pese a ello, la investigación y formación de nuevos investigadores en esta área del conocimiento están relegadas y dispersas dentro de la Udelar, con desarrollos

diferenciales entre disciplinas. El reconocimiento explícito de esta situación parte del diagnóstico de la propia Udelar y de los esfuerzos que se realizan desde 2018, reflejado en resoluciones políticas del más alto nivel Universitario (CDC, 17/12/2019), en pos de generar una estructura formal y funcionalmente coherente que permita el desarrollo de las ciencias oceánicas. Los avances en el grupo interservicios que nuclea múltiples facultades y centros han demostrado madurez para desarrollar vínculos entre profesores/as provenientes de servicios con historias, disciplinas y trayectorias académicas diferentes. Sin embargo, existe un límite a la capacidad de coordinación y trabajo en el ámbito de las ciencias oceánicas que la presente propuesta apunta a superar. El paso próximo es desarrollar una estructura formal colaborativa que permita consolidar estos avances y trazar un rumbo claro de desarrollo basado en la integración de saberes y conocimientos. Estas perspectivas integradoras son recomendadas para abordar sistemas con gran complejidad a nivel internacional.

La creación del ICO: i) impulsará el desarrollo del área en forma planificada y coordinada, ya que permitirá generar el primer plan con visión integral a escala universitaria. ii) favorecerá la puesta en marcha de iniciativas a nivel de grado y posgrado y dará oportunidades de inserción a jóvenes investigadores para su especialización en áreas innovadoras y contextualizadas; y iii) promoverá una articulación planificada de problemas a abordar, optimizando el uso de las capacidades humanas y materiales existentes bajo este marco formal y específico. El ICO generará sinergias que respondan al estado del arte y sean relevantes para el país. Esto requerirá un abordaje integral que amplíe los desarrollos puntuales, muchas veces compartimentados, de las líneas de trabajo actuales. La amplitud del grupo proponente y el nivel de complejidad de los temas a abordar, requieren de una estructura acorde que permita integrar diversas áreas del conocimiento en un marco común y en una escala de tiempo prolongada. La generación de lenguajes comunes es un proceso que necesita de espacios de interacción estables y coordinados, que trasciendan los tiempos de proyectos o propuestas de corto alcance. Además, el trabajo en Ciencias Oceánicas requiere estabilidad para generar las plataformas de monitoreo y acceso a un medio logísticamente desafiante que permita la evaluación de su estado a diferentes escalas espacio-temporales. Para hacer efectivo este desarrollo, es necesario generar arreglos

interinstitucionales a nivel nacional e internacional que solo una estructura con el nivel de instituto o superior pueden otorgar.

iii. Justificación de la pertinencia del Instituto.

El océano es el mayor ecosistema del planeta, cubre el 71% de la superficie de la Tierra, proporciona el 99% del espacio "habitable" (Costanza 1999), y sostiene la mayor parte de la biodiversidad global conocida; regula el sistema climático y sostiene la alimentación, la salud y el bienestar humanos. El océano produce hasta el 70% del oxígeno atmosférico (Sekerci y Petrovskii 2015) y sustenta el 50% de la productividad primaria mundial (Falkowski y Raven 2013). Sin embargo, cerca del 98% se encuentra afectado por múltiples factores estresantes (Halpern et al. 2015, Sala et al. 2021). Los hábitats costeros suelen sufrir los daños más significativos debido a la intensificación de las actividades humanas (sobrepesca, contaminación, alteración, degradación y pérdida de hábitats, introducción de especies invasoras), pero también aquellos remotos (*e.g.* Antártida o el mar profundo). La UNESCO declaró el período 2021-2030 como la Década de los Océanos. Esta iniciativa se promueve bajo la consigna "Ciencias oceánicas para el desarrollo sostenible", con el objetivo de "movilizar a la comunidad científica, pero también a políticos, empresas y a la sociedad civil en torno a un programa común de investigación y de innovación tecnológica". Esto genera un escenario propicio para que Uruguay, por medio de la Udelar, se replantee el rumbo de las ciencias del mar a nivel nacional. El énfasis de esta década radica en que la sustentabilidad del océano se construya basada en ciencia oceánica robusta.

La propuesta está alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS, Naciones Unidas 2015), en relación a desafíos globales, incluidos la pobreza, desigualdad, cambio climático, degradación ambiental, paz y justicia. El ODS 14 se centra específicamente en "Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible". Este gran objetivo está implícito en la propuesta que integra y conjuga los cuatro pilares de la sostenibilidad: ambientales, sociales, económicos e institucionales.

La participación de Uruguay en el contexto internacional tiene implicancias nacionales. Como signatario de la CONVEMAR, Uruguay asegura derechos sobre su Zona Económica Exclusiva y cumple con tratados internacionales sobre Derecho del Mar que

incluye el reciente Convenio BBNJ con compromisos de investigación y conservación en aguas internacionales. Es parte del Tratado Antártico y de la Autoridad Internacional de Fondos Marinos. En 2016, Uruguay extendió su soberanía sobre la plataforma continental a 350 millas y participa en iniciativas sobre recursos vivos coordinadas por la FAO y en tratados binacionales de pesca con Argentina entre otros. Estos acuerdos exigen compromisos de investigación a los que la presente propuesta aportará.

Uruguay cuenta con un amplio espacio marítimo cuyo conocimiento es muy limitado. Dicho territorio es actualmente utilizado para extracción de biomasa (peces e invertebrados) y navegación comercial, deportiva y cableado submarino. En un horizonte temporal cercano, los usos podrían ampliarse con la extracción de hidrocarburos y eventualmente otras fuentes de energía (eólica, undimotriz). Además, están en curso iniciativas para definir áreas marinas protegidas, por lo que se requiere una planificación integral de los usos. Para realizar una planificación informada, es relevante comprender los mecanismos y las interacciones entre los componentes que permitan proyectar trayectorias socio-ambientales bajo diferentes escenarios. En este sentido, la falta de reconocimiento de la interconexión de las dinámicas de sistemas, que son típicamente analizados de forma desconectada, ha llevado al fracaso a propuestas basadas en planes (excelentes y muy detallados) pero fundados en un espectro acotado de visiones. Este instituto propone desde el inicio la co-construcción de un marco conceptual general que reconoce la interconexión entre agentes sociales, naturales y ambientales a fin de avanzar en modelos de gobernanza y planificación basados en una sólida comprensión de los sistemas marinos.

El ICO aportará generación de un marco unificado e información relevante para la soberanía nacional en cuanto a alimentos, recursos naturales y fuentes de energía. Esto tendrá aplicaciones concretas para el manejo y producción de recursos hídricos; el turismo; el patrimonio cultural costero y sumergido, la industria agropecuaria, la planificación de infraestructura costera y de mar abierto, e incluso el manejo de riesgo ante eventos extremos con un impacto medible en el PBI. Por ejemplo, se estima que la sequía del 2022-2023, en parte causada por la fase fría de El Niño Oscilación Sur (ENSO), costó al país casi 2.000.000.000 de dólares, además de generar una crisis hídrica sin precedentes que dejó a Montevideo sin agua potable. Estos escenarios son en parte causados por fenómenos climáticos que ocurren a miles de kilómetros de

distancia, y en parte por decisiones poco informadas en ciencia sobre la planificación (ej. mantener una única fuente de agua potable) y manejo de los ecosistemas (ej. generación de represas) y decisiones productivas (ej. priorizar el agua para fines productivos). En este sentido, el ICO propone generar escenarios desde una visión integradora que explicita los supuestos subyacentes y permita plantear trayectorias socio-ambientales plausibles como insumo para la planificación. La unificación de recursos y capacidades humanas del ICO permitirá una mayor visibilidad desde la sociedad (incluidas las esferas de decisión y gestión) potenciando su contribución e impacto al bienestar nacional. Ésto fortalecerá las capacidades de equipamiento e infraestructura y el acceso a facilidades externas mediante convenios u otro tipo de acuerdos, cerrando así un círculo virtuoso que maximizará el potencial de acción.

IV. Descripción de los programas y líneas de investigación a desarrollar, identificando posibles áreas de cooperación con actores académicos y no académicos, nacionales e internacionales.

El informe mundial de la Comisión Oceánica Internacional (IOC) brinda un marco conceptual para las ciencias oceánicas (UNESCO 2017) a efectos de comprender el funcionamiento de sistemas y servicios socio-ecológicos complejos y de múltiples escalas que exigen observaciones e investigaciones multidisciplinarias y colaborativas. Esta concepción requiere necesariamente unificar y coordinar investigación “fundamental” (u orientada por la curiosidad), y aplicada a la planificación y la gestión, favoreciendo el desarrollo de enfoques interdisciplinarios. En este contexto se define el siguiente tema general (*overarching theme*) que sirve como marco unificador para guiar la interacción entre los programas del ICO: El sistema de borde occidental que abarca la Convergencia Subtropical (CS), plataforma y costas es forzado por procesos de origen, natural y antrópico (e interacciones) que operan a escalas regionales y globales. Ejemplos notorios incluyen la migración meridional estacional de la CS, la descarga del Río de la Plata, los modos de variabilidad climáticos (ENOS, Madden-Julian) y la extracción de biomasa por flotas pesqueras regionales y extranjeras. A éstos se suma el Cambio Climático que resulta en variabilidad física en una amplia gama de escalas, la cual afecta los procesos biológicos y biogeoquímicos acoplados al sistema físico. Estos involucran, entre otros, la captura de carbono atmosférico, su transferencia vía procesos tróficos a formas exportables, incluyendo la productividad pesquera. La explotación de

recursos tiene a su vez impactos socio-económicos, los cuales varían en equidad dependiendo de las reglas e incentivos en el subsistema social. En este sentido, el ICO pretende generar un marco conceptual general que resulta de la integración de cuatro grandes programas que pueden ser categorizados como: 1) océanos y clima; 2) estructura, funciones y procesos de los ecosistemas; 3) economía oceánica y 4) gobernanza, sociedad, planificación. En el campo teórico se parte de reconocer una fuerte y permanente interconexión bidireccional entre estos componentes, como parte de un gran sistema complejo. Se aportará a la discusión teórica/epistemológica sobre las diferentes aproximaciones posibles y sus ventajas y desventajas. En el plano operativo, se reconoce para Uruguay y el Atlántico Sudoccidental la necesidad de adquisición de información del océano y datos marinos como un eje integrador que debe ser realizado a diferentes escalas espacio-temporales y bajo un esquema diverso de fuentes y herramientas. Estas incluyen observación *in situ*, modelización, sensoramiento remoto, experimentación, análisis en base a colecciones e información proveniente de la bibliografía. La adquisición y compilación en bases de datos relacionales será un transversal y aportará insumos a los programas. En este sentido, los esfuerzos propios se complementarán con acuerdos con instituciones como el Museo Nacional de Historia Natural (Ministerio de Educación y Cultura), Armada-SOHMA (Ministerio de Defensa), entre otros (Anexo 3).

Para implementar líneas de investigación de forma que posibilite integrar los cuatro programas, se trabajará inicialmente en torno a tres grandes problemáticas: a) la sustentabilidad de la explotación pesquera, b) la calidad ambiental y c) el secuestro de carbono atmosférico y la regulación climática. Los problemas serán definidos y abordados en las primeras etapas del instituto y serán el disparador que permita generar un lenguaje común entre las áreas, identificar escalas y procesos relevantes, así como vacíos de información. La definición de los problemas de estudio será dinámica y estará sujeta a evaluación a lo largo del tiempo. A partir de una integración conceptual macro, se apuntará al desarrollo de modelos generales para cada problemática y a la formalización de los mismos. De esta forma se pretende aportar potenciales trayectorias socio-ambientales integrales bajo diferentes escenarios.

A continuación, se desarrollan los cuatro programas mencionados.

Océanos y Clima

Este Programa está enfocado al estudio de los procesos oceanográficos que controlan el comportamiento de los océanos y el clima. Esto incluye procesos físicos como la circulación oceánica de gran escala, la variabilidad de meso y sub-mesoescala, la interacción océano-atmósfera, y en conjunto con el programa Funciones y Procesos de los Ecosistemas el impacto de estos procesos sobre la actividad biológica. En el Atlántico Sudoccidental estos procesos están controlados por fenómenos locales y remotos, así como por modos de variabilidad climáticos. En particular, fenómenos como El Niño-Oscilación Sur, el Modo Anular del Sur, la Oscilación de Madden-Julian y la interacción océano atmósfera regional han sido identificados como actores principales para explicar la variabilidad de esta región oceánica (ej. olas de calor marinas, afloramientos costeros, exportación de aguas de plataforma), así como el clima sobre Uruguay en diferentes escalas temporales (ej. Barreiro 2010, de Mello et al. 2022, Manta et al. 2018, 2022). Al mismo tiempo, un aumento de las lluvias causadas por El Niño en la cuenca del Plata, aumenta la descarga, afectando la estratificación y la circulación y modula el suministro de nutrientes al océano costero pudiendo tener un impacto sustancial en el reclutamiento de especies explotadas comercialmente (Acha et al. 2012, Machado et al. 2013) o en el transporte de floraciones algales nocivas (Kruk et al. 2021). El Programa incluye además el estudio de los procesos que controlan la absorción de carbono en el océano. El océano Atlántico Sudoccidental representa uno de los sumideros de CO₂ más importantes a nivel mundial (Takahashi et al. 2009). En particular, la confluencia Brasil-Malvinas, localizada frente a las costas de Uruguay también actúa como sumidero, pero su intensidad está modulada por las condiciones atmosféricas y los gradientes de temperatura del mar, destacando la importancia de la interacción océano-atmósfera en estos procesos (Pezzi et al. 2021).

Por otro lado, los océanos han absorbido el 90% del exceso de calor debido al cambio climático, y en este marco el último año han mostrado un calentamiento muy inusual a nivel global, cuyas causas aún no se terminan de entender. En la cuenca del Atlántico Sur, los cambios en la circulación atmosférica observados en las últimas décadas son consistentes con el cambio climático. En particular se ha observado un desplazamiento hacia el polo del anticiclón del Atlántico Sur (Yang et al. 2020), lo cual, junto al agujero de ozono, ha extendido la Corriente de Brasil hacia el sur, dando lugar a un

calentamiento en la zona de la confluencia, uno de los mayores a nivel global. Estos cambios en la temperatura, a su vez, han sido sugeridos como responsables del desplazamiento hacia los polos de especies pelágicas de importancia comercial en la región y del cambio a largo plazo de especies de aguas frías a especies de aguas cálidas en las pesquerías industriales de Uruguay (Franco et al. 2020). En este marco, las líneas de investigación propuestas son: la circulación oceánica y su interacción con la atmósfera en diversas escalas espacio-temporales. Para ello se utilizará modelación numérica, así como análisis de datos in-situ, de sensoramiento remoto y de reanálisis. Estas líneas de trabajo tienen un vínculo natural con las del Programa de Ecosistemas, como ser el estudio del impacto de la circulación oceánica, la variabilidad y el cambio climático en los procesos biogeoquímicos y la distribución espacial de organismos. Esta información es a su vez un ingrediente fundamental para la delimitación de áreas marinas protegidas y la planificación espacial marina. Este programa se beneficiará de los contactos existentes con instituciones regionales (ej. Universidad de Buenos Aires, Universidad de Concepción) y extra región de probada trayectoria en temas de oceanografía física como Princeton University, Texas A&M University y el International Center for Theoretical Physics (ICTP-Italia).

Funciones y procesos de los ecosistemas

Este programa se centra en comprender la composición, estructura y funcionamiento (sensu Noss 1990) de los ecosistemas marinos a diferentes escalas espaciales y temporales, con énfasis en la Zona Económica Exclusiva de Uruguay (ZEE) y sus áreas adyacentes. Este sistema de margen occidental puede considerarse un laboratorio natural, debido a sus características oceanográficas distintivas, especialmente en el contexto de los impactos del cambio climático. La ZEE uruguaya ocupa una posición fundamental dentro de este complejo sistema moldeado por la interacción en la parte superior del océano entre la descarga de agua dulce del Río de la Plata (el mayor aporte puntual en todo el Atlántico Sur), y la convergencia entre la corriente cálida de Brasil (hacia el sur), y la corriente fría de Malvinas (hacia el norte). Este entorno está caracterizado por una gran diversidad de estructuras de meso y sub-mesoescala (frentes, giros, filamentos), zonas de transición cruciales en la circulación oceánica global, y variedad de regiones biogeográficas marinas. Por lo descrito, se generará una estrecha interacción coordinada con el Programa de Océanos y Clima. La importancia de esta

región se ve acentuada por las características únicas del fondo marino, incluida la extensión más septentrional de un vasto sistema deposicional contornítico (Franco-Fraguas et al. 2014, Hernández-Molina et al. 2016), y la alta productividad primaria de la región (Lutz et al. 2018, Westberry et al. 2023), que sustenta pesquerías de interés global (Franco et al. 2020).

Este programa generará e integrará conocimiento básico sobre la biodiversidad a nivel intra e interespecífico de poblaciones, comunidades y de hábitats o ambientes. Se enfocará en la identificación y seguimiento de Ecosistemas Marinos Vulnerables (ej. arrecifes de coral de aguas profundas; Carranza et al. 2012, 2024), la estructura (ej. espectros de tamaño, relación tamaño/abundancia; Segura et al. 2011, 2021, Sampognaro y Segura 2024), y mecanismos que rigen el funcionamiento de los ecosistemas marinos, en particular la ecofisiología, tasas vitales, biogeoquímica, flujos de energía, y ciclos de vida complejos. Este conocimiento será crucial como base para una gestión informada y orientada a un uso racional y sostenible del océano.

En esta región la variabilidad oceanográfica en escalas interanuales modula la biomasa fitoplanctónica (García y García 2008, García et al. 2008, Machado et al. 2013). No obstante, procesos relacionados con los flujos océano-atmósfera, la producción secundaria, y el destino final del carbono no han sido adecuadamente explorados. En este contexto, las líneas de investigación prioritarias de este Programa abordarán la respuesta de los procesos de captura y secuestro de carbono (ej. migración activa y producción de materia orgánica disuelta), además del acoplamiento bentopelágico tradicional (Leoni et al. aceptado). También se estudiarán las respuestas biológicas a la variabilidad ambiental, tanto natural como derivada de actividades humanas, a nivel individual (fisiológico), poblacional (ciclos de vida), y comunitario (estructura, distribución). En un escenario de variabilidad y cambio climático, este conocimiento es crucial para diseñar estrategias de adaptación y resiliencia para las sociedades humanas y la conservación del océano.

La acción combinada del cambio climático, los forzantes regionales (confluencia subtropical, pluma del Río de la Plata), la extracción de recursos, y otras actividades antropogénicas tiene impactos profundos y extensivos en la integridad ecosistémica, afectando múltiples componentes, procesos y niveles de organización (Venturini et al. 2012, Garcia-Rodriguez et al. 2014, Segura et al. 2021, Pedelacq et al. 2022, 2024). La

magnitud de estas perturbaciones podría estar superando la resiliencia del sistema oceánico y su capacidad natural de adaptación y recuperación. Además de consecuencias extremas como la extinción local de especies o la desaparición de sistemas de alta biodiversidad (como los arrecifes coralinos), comprender y anticipar cómo la estructura y funciones del sistema marino serán impactadas por diversos estresores es clave desde un punto de vista científico como en lo que respecta a la generación de pautas de gestión informadas en ciencia. Por ejemplo, la capacidad de secuestro de gases de efecto invernadero depende de una compleja red biogeoquímica que se ve alterada por cambios en la estructura del ecosistema resultado de la presión pesquera, la contaminación, cambios de temperatura y la acidificación marina, todos ellos influenciados por decisiones de planificación más o menos informadas. Estos mecanismos operan de manera diferente en cada ambiente, por lo que comprender sus singularidades y las interconexiones resulta fundamental. En este sentido, el abordaje de patrones generales que emergen como leyes estadísticas en los sistemas complejos (ej. Keitt y Stanley 1998, Anderson et al. 2008) ha sido fundamental para su comprensión y para los cuales se cuenta con experiencia acumulada (ej. Segura et al. 2017, 2021) que permitirá vincular los Programas bajo un marco de análisis integrado.

Este ambicioso programa estará sustentado por más de 60 investigadores especializados en los temas propuestos que en sinergia con los restantes programas avanzarán en la generación de conocimiento integrado de alta relevancia. Los vínculos regionales y extra región con universidades y centros referentes, así como una intrincada red de contactos con instituciones nacionales permitirán posicionar al ICO al más alto nivel internacional (Anexo 4).

Economía oceánica

El desarrollo económico de los servicios ecosistémicos oceánicos (ej. protección zona costera, provisión de alimentos) ha generado tensiones al decidir cómo transformar la economía hacia un modelo basado en conocimiento e innovación, con el objetivo de mejorar el bienestar social, la calidad de vida y el desarrollo científico. Uruguay no escapa a esta situación, por lo cual este desafío interdisciplinario es relevante para el ICO. Proteger los ecosistemas marinos y asegurar la sostenibilidad de las actividades oceánicas generará beneficios en salud, medio ambiente, ecología, economía y sociedad. El Panel de Alto Nivel para una Economía Oceánica Sostenible (The Ocean Panel)

respalda este enfoque, demostrando que los beneficios superan los costos (Konar y Ding 2023).

La economía azul se ha propuesto como una herramienta clave para utilizar el océano como base para el desarrollo económico global a mediano y largo plazo, haciendo un uso sostenible de sus recursos y asegurando la preservación del ecosistema. Se han identificado oportunidades de expansión económica en sectores emergentes como las energías marinas renovables, incluyendo la eólica off-shore, undimotriz, hidrocínética y la bioenergía de algas, así como en el desarrollo de las biotecnologías marinas, con aplicaciones en la cosmética, farmacéutica y aditivos alimenticios (European Commission 2022). La expansión del cultivo de microalgas se señala como una oportunidad para avanzar hacia una producción más sostenible de biocombustibles y alimentos (Kapoor et al. 2021). A su vez, la maricultura emerge como alternativa para reducir la presión sobre los recursos hidrobiológicos, proporcionando alimentos nutritivos y sostenibles (FAO 2023, 2024). Sin embargo, la creciente presión sobre los recursos oceánicos subraya la necesidad de gestionar riesgos y promover la cooperación internacional en ciencia y tecnología, fortaleciendo la ordenación integrada de los océanos y mejorando las metodologías estadísticas y de previsión (OECD 2016).

Este programa tiene como objetivo investigar y proponer soluciones para equilibrar el desarrollo económico del océano con la conservación de su integridad estructural, funciones y servicios a largo plazo. Se buscará promover un uso equitativo de los beneficios oceánicos, contribuyendo a construir capacidades en el país (científicas, institucionales, financieras) para poder impulsar a la economía uruguaya hacia un modelo basado en conocimiento e innovación, con objetivos de inclusión social y respeto por la Naturaleza.

Un informe reciente presentado ante la Comisión Uruguaya de Oceanografía (Amestoy 2024) señala oportunidades en la bioeconomía azul. En particular, se ha resaltado al turismo costero como una fuente significativa de ingresos y empleo, y a la pesca como actividad con potencial para su redimensionamiento y desarrollo (CERES 2023). Sin embargo, existen tensiones entre crecimiento, conservación y sostenibilidad (Gianelli et al. 2019). Para abordar estos desafíos, el ICO desarrollará tres líneas de investigación en economía oceánica: la generación de información y análisis para la evaluación de las actividades productivas actuales y potenciales en la zona costera y mar territorial,

considerando diferentes aproximaciones metodológicas desde una mirada crítica e interdisciplinar; la evaluación del desarrollo de la economía azul en Uruguay y su contribución al crecimiento económico a largo plazo desde una perspectiva latinoamericana, empleando metodologías prospectivas y en sinergia con otros programas del ICO. La línea de análisis y evaluación de un desarrollo planificado de la faja costera, con énfasis en turismo y pesca y siguiendo un marco conceptual de sostenibilidad de sistemas social-ecológicos (Ostrom 2009) en conjunto con el siguiente programa.

Abordar las tensiones mencionadas requiere superar el análisis económico tradicional, promoviendo un "crecimiento azul" que priorice la apropiación democrática, equitativa y socialmente valiosa de los beneficios oceánicos. Esto implica reconocer que las limitaciones para alcanzar el bienestar social y la calidad de vida no solo derivan de la escasez de recursos, sino también de la desigualdad en su acceso. El "crecimiento azul" en la economía uruguaya implicará integrar conocimientos avanzados de las ciencias naturales y sociales, manteniendo el marco conceptual de sistemas social-ecológicos resaltado a lo largo de esta propuesta. El desarrollo de este programa implicará innovar no solo en el uso de recursos oceánicos, sino en un modelo económico que contemple un triple impacto positivo: económico, social y ambiental. Estos desafíos serán pilares fundamentales para la reflexión, la investigación multidisciplinar y la innovación en el ICO. Para este desarrollo, se incorporará la economía oceánica en la oferta de grado y posgrado en la Udelar, incluyendo las Licenciaturas en Oceanografía, en Desarrollo (FCS) y Economía (FCEA), y en unidades curriculares de Manejo Costero Integrado (CURE), Economía (FCEA/FCS), y Economía del Turismo (FCEA/CURE).

Se construirá un fuerte relacionamiento con la DINARA y los diferentes organismos públicos relevantes, así como con la Comisión Uruguay de Oceanografía. Se colaborará con el sistema científico tecnológico de Uruguay, para incorporar al espacio marítimo en el desarrollo de investigación con impacto económico. Se mantendrá un estrecho vínculo con las organizaciones de la sociedad civil y otros actores privados para contextualizar los resultados de investigación en las oportunidades y necesidades de la economía y sociedad uruguaya. Se desarrollará una estrategia de vinculación con las redes internacionales que trabajan en el desarrollo de la economía azul, sobre todo las relacionadas con la UE y la OECD.

Gobernanza, Sociedad, Planificación Espacial Marina Costera

Los ecosistemas oceánicos y costeros constituyen sistemas social-ecológicos que combinan subsistemas en constante interacción y dependencia (Ostrom 2009, Ryabinin et al. 2019). El desarrollo acelerado y extractivo de dichos sistemas genera conflictos entre derechos e intereses públicos y privados (Cinner et al. 2019, Armitage et al. 2019). La sobreexplotación, la contaminación, la pérdida de biodiversidad, y los impactos sobre el bienestar humano requieren una gestión efectiva basada en una comprensión profunda de la estructura ecosistémica y socio-institucional en torno al océano. Esto demanda una gobernanza efectiva y justa que promueva políticas públicas sostenibles para un uso equitativo y responsable. La implementación de estructuras de gobernanza participativas, sustentadas por políticas públicas de largo plazo, es el primer paso en la búsqueda de la sostenibilidad. El ICO representa una plataforma adecuada para abordar estos desafíos en la costera y oceánica en Uruguay.

Este Programa busca evaluar y mejorar los procesos y estructuras de toma de decisiones y participación social, desarrollando enfoques inter y transdisciplinarios para la comprensión de los esquemas socio-institucionales y la planificación costera-marina, e integrando disciplinas tales como la oceanografía social y ciencias sociales junto con los restantes programas propuestos en el ICO. Al integrar ciencia, política y sociedad, el programa promoverá una gestión oceánica efectiva y justa, fortalecerá la capacidad científica del país, permitirá la generación de datos como herramientas de apoyo y contribuirá al bienestar de la sociedad uruguaya integrando múltiples sectores, actores y escalas espaciales y temporales. Este marco conceptual requiere un enfoque holístico que reconozca la complejidad del sistema y se adapte a la amplia gama de usos y usuarios (de Jonge et al. 2003, Atkins et al. 2011, Pinto et al. 2013). El Programa contempla la línea denominada Sociedad y Océanos. La compleja interacción de procesos biogeofísicos y la rica diversidad sociocultural que caracteriza los entornos marinos y costeros ha dado lugar a ecosistemas complejos que sustentan la vida, y que suscitan conflictos ecológicos-distributivos (Narchi et al. 2018). Por esta razón, resulta fundamental la investigación científica sobre la comprensión de las múltiples interrelaciones entre los ambientes marinos y las sociedades humanas, las formas socialmente construidas en torno a los océanos, que implican la cultura e identidad, los marcos jurídicos-políticos y el enfoque de género (Bennett 2019, De la Torre Castro et

al. 2017). La comprensión de estos elementos es clave para generar políticas costeras-marinas efectivas y socialmente legitimadas. La línea de Gobernanza costera participativa parte de que la tierra y el mar están conectados a través de múltiples y complejas interacciones sociales y ecológicas (Defeo et al. 2021). Por tanto, es necesario desarrollar marcos de gobernanza participativos que promuevan una participación real y efectiva de las comunidades costeras debido a las crecientes tensiones en el ordenamiento territorial. A través de métodos mixtos, el desarrollo de este programa buscará garantizar la inclusión y equidad en la toma de decisiones. Dos ejes temáticos clave son: 1) evaluación de la gobernanza participativa en pesquerías artesanales y áreas costeras-marinas protegidas (Bausero-Jorcin et al. 2024, Bennet et al. 2023); y 2) análisis y propuestas para informar, planificar y desarrollar un ordenamiento territorial costero sostenible (Defeo et al. 2021, Gadino et al. 2022). Desde la línea de Planificación Espacial Marina (PEM) se reconoce que en Uruguay, la gobernanza y gestión de los espacios marinos, tanto en aguas jurisdiccionales como internacionales, es fragmentada debido a procesos históricos, a la falta de articulación entre diferentes instituciones, y a la incorporación de múltiples sectores y actores. El creciente uso del espacio oceánico y la fragmentación institucional requieren desarrollar estrategias de PEM para minimizar conflictos entre actividades y proteger ecosistemas vulnerables (Echevarría et al. 2016, 2021, Marín et al. 2021). Además, el mapeo de los conflictos emergentes servirá como insumo para discutir sobre visiones alternativas de desarrollo que se expresan en los mismos. Este enfoque requerirá la integración de múltiples escalas espaciales y temporales, y la recopilación de información en diferentes dominios de conocimiento. Para ello, se desarrollarán mapas de uso reconociendo la temporalidad y tridimensionalidad del sistema oceánico, se identificarán áreas clave para la conservación y el desarrollo sustentable, y se establecerá un marco institucional basado en un enfoque ecosistémico. En este contexto, la relación con los Programas Ecosistemas y Economía desarrollados en la presente propuesta resultará fundamental. Teniendo en cuenta las líneas prioritarias detalladas anteriormente, este programa busca ofrecer soluciones concretas para el entorno marino de Uruguay y la región, influir en políticas públicas y promover la sostenibilidad a largo plazo. Además, colaborará estrechamente con comunidades locales para asegurar intervenciones culturalmente adecuadas y socialmente justas.

La gobernanza del espacio marino requiere de la colaboración entre diversas instituciones y actores. El ICO establecerá relaciones sólidas en el ámbito académico con universidades, centros de investigación y ONGs, tanto nacionales como internacionales. En el sector no académico, lo hará con agencias gubernamentales, empresas del sector privado y organizaciones comunitarias, para implementar políticas de gestión marina efectivas y socialmente aceptables. Además, promoverá el diálogo con la sociedad civil mediante programas de extensión que fomenten el diálogo de saberes y aumenten el reconocimiento público sobre la importancia del océano. Esto permitirá el intercambio de conocimientos, la co-creación de proyectos de investigación y la formación de redes de expertos en gobernanza y gestión participativa.

V. [Plan de desarrollo del Instituto, con los principales hitos y metas a alcanzar en un plazo de dos años y medio, de cinco y de diez años, de acuerdo con los objetivos planteados, así como las estrategias a implementar. Se debe incluir una tabla síntesis con un cronograma tentativo.](#)

Etapas 1

En los primeros dos años y medio el ICO contará con un número importante de integrantes consolidados en diferentes niveles. Se fomentará el trabajo colectivo que requiere el abordaje interdisciplinario y el respeto por las ideas diferentes. Se creará un ambiente sano, libre de toda violencia o discriminación que permita el máximo desarrollo de las capacidades personales y colectivas. La participación será equitativa en visiones y género, prestando especial atención a los ámbitos de decisión. El ICO conformará una comisión directiva con 6-8 integrantes, donde se discutirán y tomarán las decisiones estratégicas del mismo. Se realizarán los llamados a nuevos cargos docentes en función de las necesidades dictadas por los objetivos del instituto, lo que incluye requerimientos de fortalecimiento disciplinar y transversal contemplando la heterogeneidad de desarrollo de cada programa. Se planificó para esta etapa contratos interinos de duración media (~2 años) con formato de trabajo a término. Asimismo, se consolidará la estructura administrativa, fundamental para el funcionamiento del ICO, se formalizarán las relaciones con los diferentes servicios involucrados y se avanzará en la propuesta de acondicionamiento y uso del espacio físico del puerto de La Paloma-Rocha. En una primera etapa (6 meses- 1 año) se realizará una síntesis y publicación de la información académica para los 4 programas con el objetivo de publicar el estado del

arte para la región. Se desarrollarán talleres con frecuencia variable, donde se generen intercambios para fomentar un lenguaje común y al mismo tiempo se presenten los avances en las investigaciones de los programas. Se definirá el calendario de seminarios académicos con una frecuencia mensual como ámbito para el intercambio sobre temáticas del ICO. Se realizará un evento científico anual presencial en formato de taller de trabajo, presentando los avances académicos del ICO y que sirva como espacio para la rendición de cuentas. Serán operativizadas las líneas de acción y proyectos concretos a desarrollar y su forma de financiación (RRHH, apoyos de gastos). Se realizará un congreso en Ciencias Oceánicas bienal, y se coordinará la posibilidad de realizarlo en conjunto con eventos regionales o internacionales (ej. COLACMAR). En términos de investigación y generación de información, en esta etapa también se apoyarán iniciativas de monitoreo en curso y se identificarán vacíos y necesidades para fortalecer. Se generará una presentación del instituto en las instituciones nacionales e internacionales relevantes. En el caso particular de las dependencias estatales o para estatales (ej. ANCAP, Ministerio de Ambiente, OSE), se recabará información sobre intereses puntuales o generales para avanzar en acuerdos de cooperación generales o específicos. Se presentará el ICO a instituciones de financiación nacional (ej. ANII) e internacionales para generar apoyos o ventanillas específicas para fortalecer el rubro operativo, en particular en lo que refiere al monitoreo oceanográfico in situ, que presenta limitaciones presupuestales. En el plano de la enseñanza se apoyará el desarrollo de la Licenciatura en Oceanografía para que se instrumente la misma. Se generará ofertas de pasantías de grado para las licenciaturas de Gestión Ambiental y Biología y de posgrado (ej. PEDECIBA, Manejo Costero Integrado) para la formación directa de estudiantes en temas de interés del ICO.

Etapa 2

El período hacia los 5 años representará la consolidación del Instituto, con estructuras bien definidas, capacidades de abordar los problemas de forma transversal, así como la generación de información novedosa y conocimiento original que aporte a la solución de problemas concretos del país. Al respecto, se espera contar con propuestas concretas sobre evaluación, gestión y gobernanza de sistemas pesqueros artesanales e industriales, proyecciones climáticas y análisis de la variabilidad a diferentes escalas, PEM, estado de la biodiversidad en las Áreas Marinas Protegidas, Indicadores económicos de la

actividad relacionada al océano, entre otros. Se poseerá la capacidad de adquirir, procesar y gestionar datos complejos para el trabajo interdisciplinario. Se consolidarán los perfiles de investigadores para generar una estructura de cargos permanentes y fondos asignados a contratos de 1 y 2 años de personas para desarrollar/aportar a propuestas concretas según las necesidades específicas del ICO. Esta etapa contempla un aporte sustancial del ICO al desarrollo y consolidación de la Licenciatura en Oceanografía. También considera la promoción de acuerdos de largo alcance para el monitoreo y adquisición de datos oceanográficos y la generación de acuerdos con instituciones locales con aportes concretos a problemáticas identificadas. Se intensificará la interacción con la sociedad civil organizada en torno a problemas o conflictos ambientales en la costa y océano abierto, en especial relacionados con el uso de espacios, muchos de los cuales son objeto actual de análisis por integrantes del ICO. En esta etapa, los seminarios y las actividades académicas transversales estarán consolidadas como forma de trabajo del Instituto. Las bases de datos estarán curadas y operativas y la transferencia hacia otras instituciones permitirá fortalecer la red regional de trabajo en Oceanografía (Brasil, Argentina, Chile) con proyectos de colaboración regionales. Se consolidará el espacio de trabajo y se avanzará en la generación de infraestructura y plataformas para la investigación en ciencias oceánicas (estaciones costeras, barcos de investigación, etc.).

Etapa 3

En esta etapa de 10 años se contempla la consolidación de un equipo de investigadores permanentes y al instituto como referente regional e internacional en Ciencias Oceánicas. Para el final de esta etapa se espera haber desarrollado un programa integrado de estudios ambientales, económicos, institucionales y de valores sociales para el sistema de transición del Atlántico Sudoccidental y zona de influencia del Río de la Plata. A su vez se espera tener las capacidades y primeras implementaciones de modelación que permitan evaluar los efectos y trayectorias esperadas en el sistema bajo forzantes climáticos y otras intervenciones humanas e impactos asociados como explotación pesquera o pozos de extracción petrolera, derrames, granjas de molinos de viento. Como antecedente se tomarán ejemplos de programas de este estilo (Baghurst et al. 2017) y diferentes abordajes de modelación que consideran forzantes ambientales y económicos globales para las evaluar escenarios.

VI. Contribución a la enseñanza de grado identificando las áreas de conocimiento con las cuales podrán vincularse los integrantes del Instituto.

El Instituto de Ciencias Oceánicas (ICO) busca establecerse como un referente en la formación de recursos humanos en ciencias oceánicas. Para ello, se creará una Comisión de Formación de Recursos Humanos que implementará un Plan Integral de Formación abarcando tanto la enseñanza de grado como de posgrado, con el objetivo de integrar el conocimiento oceánico y promover una educación de excelencia. El aporte diferencial será a la Licenciatura en Oceanografía que fue aprobada por el Claustro del CURE, está en evaluación por el Claustro de Facultad de Ciencias y se espera esté operativa en el corto plazo. **Plan Integral de Formación de Recursos Humanos:**

Integración en Programas Académicos Existentes: Enriquecer las currículas de las carreras existentes con contenido de ciencias oceánicas, promoviendo la formación interdisciplinaria con una base sólida en temas marinos.

Fortalecimiento de la Formación Continua: Ofrecer cursos de especialización, talleres y seminarios para profesionales que deseen actualizar sus conocimientos en ciencias oceánicas. Desarrollar programas de capacitación continua para el personal del ICO. **Establecimiento de Redes y Alianzas (ver punto IX):** Fomentar alianzas con universidades e institutos internacionales para el desarrollo de investigaciones conjuntas e intercambios académicos. Fortalecer redes de colaboración con instituciones nacionales para optimizar el uso y acceso a equipos especializados. **Formación en Investigación (ver punto VIII):** Impulsar programas de posgrado y postdoctorado nacionales. Apoyar la participación en proyectos de investigación y colaboraciones globales. Organizar una escuela de verano para estudiantes de posgrado regionales.

Contribución a la Enseñanza de Grado

El ICO constituirá un espacio clave para la enseñanza de grado en temas relacionados con las ciencias oceánicas dentro de la Udelar. Los integrantes del ICO están contribuyendo de manera relevante a diversas áreas de conocimiento, integrándose en varias carreras de grado y enriqueciendo los programas académicos existentes. Estas áreas de vinculación incluyen las Licenciaturas en: Ciencias Biológicas (FCIEN), Física (FCIEN), Ciencias de la Atmósfera (FCIEN), Gestión Ambiental (CURE), Desarrollo (FCEA), la Licenciatura y Tecnicatura en Recursos Naturales (CERN) y la Carrera de Médico Veterinario (FVET). En este contexto, los integrantes del ICO se vinculan con

distintas áreas académicas de la Udelar. Dentro del Área de Tecnologías y Ciencias de la Naturaleza y el Hábitat contribuyen a la enseñanza de Biología, Veterinaria, Física, Meteorología y Geología, entre otras. En el ámbito del Área Social y Artística, contribuyen en Derecho, Economía, Humanidades y Gestión entre otras.

Una mención especial requiere la nueva **Licenciatura en Oceanografía**, que contará con un cuerpo docente distribuido en muchos servicios. La elaboración del Plan de Estudios fue generada por docentes involucrados en la presente propuesta. Esta elaboración colaborativa de docentes de muy diversas disciplinas representó un exitoso ámbito de cohesión. Esta experiencia demuestra la capacidad del grupo para implementar iniciativas mayores como esta propuesta, y de proyectarse en un plan de desarrollo en torno a un objetivo común que responde a una necesidad crítica del país. Sin embargo, en el contexto actual, su concreción dependerá de la disponibilidad de fondos específicos. El desarrollo del ICO aseguraría que la educación en ciencias oceánicas prospere, brindando al país los profesionales necesarios para enfrentar los desafíos ambientales y económicos que el océano presenta.

La Comisión de Formación de Recursos Humanos referida anteriormente estará integrada por docentes del Instituto con experiencia en educación y capacitación. Será responsable de generar un diseño curricular, gestionar proyectos de formación e investigación, y de consolidar relaciones institucionales, asegurando alianzas estratégicas para el desarrollo de la educación en ciencias oceánicas.

VII. Plan de ejecución presupuestal.

El plan de ejecución presupuestal establece una serie de inversiones estratégicas orientadas a fortalecer la infraestructura y la capacidad operativa del ICO. Las principales áreas de inversión incluyen la adecuación edilicia, la adquisición de nuevo equipamiento para el laboratorio, la actualización de equipos y embarcaciones de mediano porte, además de la compra de un vehículo. Paralelamente, se ha dado prioridad al fortalecimiento del equipo docente mediante la creación de nuevos cargos, con un total de 18 posiciones distribuidas entre 4 Ayudantes, 4 Asistentes, 9 Adjuntos, y 1 Profesor Agregado. Asimismo, se ha destinado una extensión horaria a un Profesor Titular, con el fin de apoyar la alta dedicación requerida por uno de los responsables de la propuesta. A estos se suman 4 cargos técnicos de renovación de conocimiento (escalafón R) y 3 administrativos (escalafón C), indispensables para asegurar el óptimo

funcionamiento del instituto y el cumplimiento de sus metas académicas y de investigación.

Es importante destacar que el presupuesto se mantiene equilibrado, otorgando máxima prioridad a la incorporación de jóvenes científicos de gran potencial, tanto aquellos que ya están en el país como quienes desean regresar. En este sentido, el desarrollo del ICO se posiciona como la única alternativa real para facilitar la re-inserción de estos profesionales al ámbito académico y científico nacional.

VIII. Estrategias de formación de recursos humanos en investigación

El ICO constituirá un referente en la formación de recursos humanos avanzados para la investigación en ciencias oceánicas, implementando un Plan Integral de Formación de Recursos Humanos dirigido por su Comisión de Formación. Esta estrategia busca garantizar la cohesión entre la enseñanza de grado, la formación de posgrado y la formación profesional, promoviendo la integración de diversas disciplinas para generar una educación de excelencia. La formación en investigación se centrará en programas de posgrado donde los docentes del ICO ya están activos, como el PEDECIBA, la Maestría en Manejo Costero Integrado, posgrados en Ciencias Ambientales, Maestría en Economía y el Posgrado en Veterinaria. Se buscará expandir esta formación a otros programas, como la nueva Maestría en Asuntos Marítimos, en colaboración con la Udelar y la Armada o la Escuela Técnica Superior Marítima. Dado el carácter transfronterizo y las demandas logísticas de las ciencias oceánicas, se implementará un programa de pasantías para estudiantes avanzados en instituciones nacionales (como la Armada, Ministerio de Ambiente, empresas pesqueras) e internacionales (American Meriodional Transect, Universidad Federal de Rio Grande-FURG). Estas pasantías ofrecerán experiencia en campo y facilitarán la inserción laboral de los egresados. Finalmente, se crearán programas de posdoctorado en ciencias oceánicas para fortalecer la investigación avanzada y la excelencia académica, contribuyendo al posicionamiento central del ICO en el ámbito regional y global.

IX. Estrategias de vinculación con redes internacionales

La relación con redes internacionales será coordinada por la Comisión de Vinculación, que estará conformada por investigadores del ICO y contará con insumos por parte de empresas especializadas en comunicación, divulgación científica y gestión de redes. Esta comisión diseñará e implementará estrategias para promover la cultura oceánica y

coordinará eventos de divulgación, talleres y actividades de participación ciudadana. Además, generará un Plan Integral de Vinculación generado en forma colaborativa. La estrategia de cooperación internacional del ICO se basa en:

Aprovechamiento de Convenios Internacionales Existentes: Integración de convenios previos con instituciones regionales e internacionales para intercambiar conocimientos y colaborar en proyectos de investigación, así como acceder a infraestructuras avanzadas (ver cartas de apoyos en anexo 4). **Fortalecimiento de Vínculos Personales y Académicos:** Consolidación de relaciones ya establecidas por los docentes del ICO con instituciones extranjeras. **Integración en Redes Académicas y Profesionales:** Incorporación formal del ICO en redes temáticas, tales como la Red de Investigación de Estresores Marinos – Costeros en Latinoamérica y el Caribe (REMARCO) o la Asociación Latinoamericana de Investigadores de Ciencias del Mar (ALICMAR), entre otras (Anexo 4). Esto fortalecerá su presencia internacional y le permitirá acceder a recursos adicionales. **Cooperación Internacional (ver punto IX):** Implementación de estrategias internacionales, aprovechando convenios existentes para el acceso a infraestructura y colaboración global. **Divulgación y Difusión (ver punto XI):** La Comisión de Vinculación generará un marco para que el conocimiento generado por el ICO se difunda a nivel nacional e internacional y estableciendo canales de comunicación continuos con la sociedad.

X. Estrategias de vinculación y transferencia tecnológica y/o de conocimientos, extensión y relacionamiento con el medio

Fomento de la Cultura Oceánica: Creación de materiales educativos y campañas de sensibilización para aumentar el conocimiento del océano en la sociedad uruguaya. Organización de eventos públicos. **Integración de los Ejes Temáticos del ICO:** Desarrollo de un plan unificado que articule los programas temáticos del ICO, facilitando la comunicación y relevancia de sus actividades. Se promoverán alianzas estratégicas con organizaciones comunitarias, ONGs y empresas para proyectos conjuntos. **Recepción y Canalización de Inquietudes Sociales:** El ICO se involucrará en problemas y conflictos que emergen de la sociedad civil organizada relacionados con proyectos que tensionan las diferentes percepciones sobre el desarrollo del país. En este sentido el ICO analizará las diferentes perspectivas en la relación sociedad naturaleza y los conflictos que se generan entre la conservación y el modelo de desarrollo

hegemónico (Layrargues y Lima, 2014, Loureiro y Layrargues 2013). La comisión de vinculación será el punto de contacto con actores sociales, gestionando inquietudes y propuestas de colaboración para asegurar que las investigaciones del ICO respondan a las demandas sociales. **Cooperación Internacional (ver punto IX):** Implementación de estrategias internacionales, aprovechando convenios existentes para el acceso a infraestructura y colaboración global. **Divulgación y Difusión (ver punto XI):** La Comisión de Vinculación difundirá el conocimiento generado por el ICO a nivel nacional e internacional, utilizando diversos medios y estableciendo canales de comunicación continuos con la sociedad.

XI. Estrategia de divulgación y de difusión científica

Se desarrollará una estrategia integral de comunicación y difusión científica que abarcará múltiples plataformas y enfoques, dirigidos tanto a la comunidad académica como a la sociedad en general. Esta estrategia será coordinada por la **Comisión de Vinculación (ver punto X)** considerando las actividades mencionadas abajo a ser incluidas en el **Plan Integral de Vinculación**. La **divulgación** orientada a la sociedad se realizará a través de actividades directas como talleres y ponencias, así como aportes a centros de interpretación marina, y de medios enfocados a las nuevas generaciones que son nativos digitales. Entre estas últimas se generará un sitio web (al menos bilingüe, español e inglés) que brindará información académica del ICO y otros medios dinámicos (ej. Instagram, YouTube) para difundir actividades orientadas a públicos amplios y/o específicos (ej. webinarios). La **difusión** de los resultados priorizará formatos que impliquen evaluación previa por pares académicos. Esto básicamente ocurrirá por dos medios: **(1)** Publicaciones técnico- científicas de los resultados en revistas arbitradas con difusión internacional y reconocimiento académico. También se promoverá la publicación de libros académicos conteniendo temáticas de actualidad focalizadas en problemáticas transversales, así como libros didácticos y manuales de apoyo a la docencia de grado. **(2)** Participación en congresos y simposios nacionales e internacionales. También se generarán informes técnicos en idioma español dirigidos a instituciones, organismos o sociedad civil organizada, para aportar a la comprensión de temas de interés público relacionados con el territorio marítimo. Este canal pretende aportar en forma directa a la toma informada de decisiones.

XII. Referencias bibliográficas. (no cuentan en las 30 páginas)

- Acha, E. M., Simionato, C. G., Carozza, C., & Mianzan, H. (2012). Climate-induced year-class fluctuations of whitemouth croaker *Micropogonias furnieri* (Pisces, Sciaenidae) in the Río de la Plata estuary, Argentina–Uruguay. *Fisheries Oceanography*, 21(1), 58–77. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2419.2011.00609.x>
- Amestoy, F. (2024). Bioeconomía azul: Recomendaciones para innovación y desarrollo del sector en Uruguay. Informe de consultoría para la Comisión Uruguay de Oceanografía (CUO), presentada en 2024.
- Anderson, C. N. K., Hsieh, C., Sandin, S. A., Hewitt, R. P., Hollowed, A. B., Beddington, J. R., May, R. M., & Sugihara, G. (2008). Why fishing magnifies fluctuations in fish abundance. *Nature*, 452(7185), 835–839. <https://doi.org/10.1038/nature06851>
- Armitage, D. R., Okamoto, D. K., Silver, J. J., Francis, T.B., Levin, P. S., Punt, A.E., Davies, I.P., Cleary, J.S., Dressel, S.C., Jones, R., Kitka, H., Lee, L.C., MacCall, A.D., McIsaac, J.A., Poe, M.A., Reifenstuhel, S., Shelton, A., Schmidt, J.O., Thornton, T.F., Voss, R., & Woodruff, J. (2019). Integrating governance and quantitative evaluation of resource management strategies to improve social and ecological outcomes. *BioScience*, 69(6), 523–532. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz059>
- Atkins, J. P., Burdon, D., Elliott, M., & Gregory, A. J. (2011). Management of the marine environment: Integrating ecosystem services and societal benefits with the DPSIR framework in a systems approach. *Marine Pollution Bulletin*, 62(2), 215–226. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.12.012>
- Barreiro, M. (2010). Influence of ENSO and the South Atlantic Ocean on climate predictability over southeastern South America. *Climate Dynamics*, 35(8), 1493–1508. <https://doi.org/10.1007/s00382-009-0666-9>
- Baghurst, B., Lukatelich, R., Smith, D., Begg, G., Lewis, R., & Smith, R. (2017). Findings from the Great Australian Bight Research Program – an integrated study of environmental, economic and social values. *The APPEA Journal* 57, 388–392. <https://doi.org/10.1071/AJ16144>

- Bausero-Jorcin, S., Gelcich, S., Gianelli, I., Jorge-Romero, G., Lezama, C., & Defeo, O. (2024). Assessing the performance of a participatory governance transformation in small-scale fisheries: A case study from Uruguay. *Marine Policy*, 160, 105964. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2023.105964>
- Bennett, N. J., Blythe, J., Whited, C. S., Cohen, P. J., Hanich, Q., Satterfield, T., & Allison, E. H. (2023). Blue growth and blue justice: Ten risks and solutions for the ocean economy. *Marine Policy*, 152, 123–145. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104387>
- Bennett, N. J. (2019). Marine social science for the peopled seas. *Coastal Management*, 47(3), 244–252. <https://doi.org/10.1080/08920753.2019.1564958>
- Carranza, A., Recio, A. M., Kitahara, M., Scarabino, F., Ortega, L., López, G., Franco-Fraguas, P., De Mello, C., Acosta, J., & Fontan, A. (2012). Deep-water coral reefs from the Uruguayan outer shelf and slope. *Marine Biodiversity*, 42(3), 411–414. <https://doi.org/10.1007/s12526-012-0115-6>
- Carranza, A., Limóni, P., Gurdek-Bas, R., Loureiro, A., Pérez Orsi, H., Azcárate, A., Santos, S., & Muniz, P. (2024). Identifying vulnerable marine ecosystems from imagery in the Uruguayan continental shelf. *Marine and Fishery Sciences*, 37(4), 583-592. <https://doi.org/10.47193/mafis.3742024010705>
- CERES. (2023). Situación actual, perspectivas y oportunidades para el desarrollo de la Industria Pesquera Nacional. Informe especial.
- Cinner, J. E., Lau, J. D., Bauman, A. G., Gurney, G. G., Graham, N. A. J., MacNeil, M. A., Maina, J., & McClanahan, T. R. (2019). Sixteen years of social and ecological dynamics reveal challenges and opportunities for adaptive management in sustaining the commons. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(26), 26474–26483. <https://hdl.handle.net/20.500.12348/3885>
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., & van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253-260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- Defeo, O., McLachlan, A., Armitage, D., Elliott, M., Jaramillo, E., Malvárez, A. I., & Hesp, P. A. (2021). Sandy beach social-ecological systems at risk: Regime

- shifts, collapses and governance challenges. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 19(9), 564–573. <https://doi.org/10.1002/fee.2406>
- De Jonge, V. N., Kolkman, M. J., Ruijgrok, E. C. M., & de Vries, M. B. (2003). The need for new paradigms in integrated socio-economic and ecological coastal policy making. In *Proceedings of the 10th International Wadden Sea Symposium* (pp. 247-270). Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries, Department North Groningen.
- De la Torre-Castro, M., Fröcklin, S., Börjesson, S., Okupnik, J., & Jiddawi, N. (2017). Gender analysis for better coastal management – Increasing our understanding of social-ecological seascapes. *Marine Policy*, 83, 62–74. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.05.015>
- De Mello, C., Barreiro, M., Ortega, L., Trinchin, R., & Manta, G. (2022). Coastal upwelling along the Uruguayan coast: structure, variability and drivers. *Journal of Marine Systems*, 230, 103735. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2022.103735>
- Echevarría, L., Gómez, A., Gómez Erache, M., & Tejera, R. (2016). La planificación espacial marina como herramienta de gestión. *Interdisciplinarias* 2015, 4. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/7632>
- Echevarría, L., Gómez, A., Tejera, R., Caporale, M., Vallvé, E., Sciandro, J., & Machain, T. (2021). Bases para una Estrategia de Planificación Espacial Marina en Uruguay. *Revista Costas*, Volumen Especial 2 Planificación Espacial Marina. <https://doi.org/10.26359/costas.e0521>
- European Commission (2022). The EU blue economy report 2022. *Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries, Joint Research Centre, Publications Office of the European Union*. <https://doi.org/10.2771/793264>
- Falkowski, P. G., & Raven, J. A. (2007). *Aquatic Photosynthesis: (Second Edition)*, Princeton: Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9781400849727>
- FAO (2023). Comité de Pesca, Subcomité de Acuicultura, 12º reunión. *Proyecto de Directrices para la Acuicultura Sostenible*. FAO Roma, Documento de Trabajo COFI/XII/2023/INF.8. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/4321b3e5-907e-4bcb-a1e7-77e6d5aac606/content>

- FAO (2024). The State of World Fisheries and Aquaculture 2024 – *Blue Transformation in action*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd0683en>
- Franco, B., Defeo, O., Piola, A., Barreiro, M., Yang, H., Ortega, L., Gianelli, I., Castello, J., Vera, C., Buratti, C., Pajaro, M., Pezzi, L., & Moller, O. (2020). Climate change impacts on the atmospheric circulation, ocean and fisheries in the southwest South Atlantic Ocean: A review. *Climatic Change*, 162, 2359–2377. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02783-6>
- Franco-Fraguas, P., Burone, L., Mahiques, M., Ortega, L., Urien, C., Muñoz, A., López, G., Marín, Y., Carranza, A., Lahuerta, N., de Mello, C. (2014). Hydrodynamic and geomorphological controls on surface sedimentation at the Subtropical Shelf Front / Brazil–Malvinas Confluence transition off Uruguay (Southwestern Atlantic Continental Margin). *Marine Geology*, 349, 24-36. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2013.12.010>
- Gadino, I., Sciandro, J., & Goldberg, N. (2022). Conflictos ambientales y participación social en torno al turismo residencial en Latinoamérica. Experiencias en región Este, Uruguay. *Investigaciones Geográficas*, 107, e60520. <https://doi.org/10.14350/rig.60520>
- Garcia, C., & Garcia, V. T. M. (2008). Variability of chlorophyll-a from ocean color images in the La Plata continental shelf region. *Continental Shelf Research*, 28, 1568–1578. <http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2012.11.014>
- Garcia, V. T. M., Garcia, C. A. E., Mata, M., Pollery, R., Piola, A., Signorini, S., McClain, C., & Iglesias-Rodriguez, D. (2008). Environmental factors controlling the phyto-plankton blooms at the Patagonia shelf-break in spring. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 55, 1150–1166. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2008.04.011>
- García-Rodríguez, F., Brugnoli, E., Muniz, P., Venturini, N., Burone, L., & Kandravicius, N. (2014). Warm-phase ENSO events modulate the continental freshwater input and the trophic state of sediments in a large South American estuary. *Marine and Freshwater Research*, 65, 1–11. <https://doi.org/10.1071/MF13077>
- Gianelli, I., Ortega, L., Marín, Y., Piola, A. R., & Defeo, O. (2019). Evidence of ocean warming in Uruguay’s fisheries landings: The mean temperature of the catch

- approach. *Marine Ecology Progress Series*, 625, 115–125.
<https://doi.org/10.3354/meps13035>
- Halpern, B., Frazier, M., Potapenko, J., Casey, K., Koenig, K., Longo, C., Lowndes, J. S., Rockwood, R. C., Selig, E., Selkoe, K., & Walbridge, S. (2015). Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean. *Nat Commun* 6, 7615. <https://doi.org/10.1038/ncomms8615>
- Hernández-Molina, F.J., Soto, M., Piola, A.R., Tomasini, J., Preu, B., Thompson, P., Badalini, G., Creaser, A., Violante, R.A., Morales, E., Paterlini, M., de Santa Ana, H. (2016). *Marine Geology*, 378, 333-349.
<https://doi.org/10.1016/j.margeo.2015.10.008>
- Kapoores, R. V., Wood, E., & Llewellyn, C. (2021). Algae biostimulants: A critical look at microalgal biostimulants for sustainable agricultural practices. *Biotechnology Advances*, 49, 107754.
<https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2021.107754>
- Keitt, T. H., & Stanley, H. E. (1998). Dynamics of North American breeding bird populations. *Nature*, 393, 257–260. <https://doi.org/10.1038/30478>
- Konar, M., & Ding, H. (2023). A Sustainable Ocean Economy for 2050: Approximating Its Benefits and Costs. In: Lubchenco, J., Haugan, P.M. (eds) *The Blue Compendium*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16277-0_18
- Kruk, C., Martínez, A., Martínez de la Escalera, G., Trinchin, R., Manta, G., Segura, A. M., & Conde, D. (2021). Rapid freshwater discharge on the coastal ocean as a means of long-distance spreading of an unprecedented toxic cyanobacteria bloom. *Science of The Total Environment*, 754, 142362.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142362>
- Layrargues, P; Lima, G. (2014). As macrotendências político-pedagógicas da Educação Ambiental brasileira. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, vol. 17, n.1, p. 23-40.
- Leoni, V., Franco-Trecu, V., Scarabino, F., Sampognaro, L., Rodríguez-Graña, L., & Segura, A. M. (n.d.). Habitat dimensionality and feeding strategies but not temperature as determinants of body size-trophic structure relationship in a marine food web. *Journal of Animal Ecology*, accepted.

- Loureiro, C. F. B., Layrargues, P. P. (2013). Ecología política, justiça e educação ambiental crítica: perspectivas de aliança contra-hegemônica. *Trabalho, educação e saúde*, 11, 53-71.
- Lutz, V., Segura, V., Dogliotti, A., Tavano, V., Brandini, F.P., Calliari, D.L., Ciotti, A.M., Villafañe, V.F., Schloss, I.R., Saldanha Corrêa, F.M.P, Benavides, H., & Cantonnet, D.V. (2018). Overview on primary production in the Southwestern Atlantic. In: Hoffmeyer, M., Sabatini, M., Brandini, F., Calliari, D., Santinelli, N. (eds) *Plankton Ecology of the Southwestern Atlantic*. Springer, Cham. 101-126. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77869-3_6
- Machado, I., Barreiro, M., & Calliari, D. (2013). Variability of chlorophyll-a in the Southwestern Atlantic from satellite images: Seasonal cycle and ENSO influences. *Continental Shelf Research*, 53, 102–109. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2012.11.014>
- Manta, G., De Mello, C., Trinchin, R., Badagian, J., & Barreiro, M. (2018). The 2017 record marine heatwave in the southwestern Atlantic shelf. *Geophysical Research Letters*. <https://doi.org/10.1029/2018GL081070>
- Manta, G., Speich, S., Barreiro, M., Trinchin, R., De Mello, C., Laxenaire, R., & Piola, A. (2022). Shelf water export at the Brazil-Malvinas confluence evidenced from combined in-situ and satellite observations. *Frontiers in Marine Science*. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.857594>
- Marín, Y. H., Defeo, O., & Horta, S. (2021). So far and so close: Opportunities for marine spatial planning in the Southwest Atlantic Ocean. *Ocean & Coastal Management*, 211, 105737. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105737>
- Narchi, N. E., Cariño, M., Mesa-Jurado, M. A., Medina-Flores, M., Carabias, J., Aguilar-Sánchez, G., Alcántara-Ávila, M. J., Ortega-Rubio, A., & Batis-Muñoz, A. I. (2018). El CoLaboratorio de oceanografía social: Espacio plural para la conservación integral de los mares y las sociedades costeras. *Sociedad y Ambiente*, 18, 285–301.
- Noss, R.F. (1990). Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conservation Biology*, 4(4), 355-364.
- OECD (2016). *The Ocean Economy in 2030*. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264251724-en>

- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325, 419–422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Pedelacq, M. E., Venturini, N., Bicego, M. C., Taniguchi, S., & Muniz, P. (2024). Petroleum hydrocarbon ecological risk and changes induced on macrobenthic communities of a microtidal estuary in South America. *Marine Pollution Bulletin*, 207, 116916. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116916>
- Pezzi, L. P., De Souza, R. B., Santini, M. F., Miller, A. J., Carvalho, J. T., Parise, C. K., Quadro, M. F., Rosa, E. B., Justino, F., Sutil, U. A., Cabrera, M. J., Babanin, A., Voermans, J., Nascimento, E. L., Alves, R., Munchow, G., & Rubert, J. (2021). Oceanic eddy-induced modifications to air–sea heat and CO₂ fluxes in the Brazil-Malvinas confluence. *Scientific Reports*, 11, 10648. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89985-9>
- Piedra Cueva, I., & Genta, J. L. (2019). El territorio marítimo uruguayo y su costa. Documento estratégico. Ministerio de Educación y Cultura.
- Pinto, R., De Jonge, V. N., Marques, J. C., Chainho, P., Medeiros, J. P., & Patrício, J. (2013). Temporal stability in estuarine systems: Implications for ecosystem services provision. *Ecological Indicators*, 24, 246–253. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.06.022>
- Ryabinin, V., Barbière, J., Haugan, P., Kullenberg, G., Smith, N., McLean, C., & Rigaud, J. (2019). The UN decade of ocean science for sustainable development. *Frontiers in Marine Science*, 6, 470. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00470>
- Sala, E., Mayorga, J., Bradley, D., Cabral, R., Atwood, T., Auber, A., Cheung, W., Costello, C., Ferretti, F., Friedlander, A., Gaines, S., Garilao, C., Goodell, W., Halpern, B., Hinson, A., Kaschner, K., Kesner-Reyes, K., Leprieur, F., McGowan, J., Morgan, L., Mouillot, D., Palacios-Abrantes, J., Possingham, H., Rechberger, K., Worm, B., & Lubchenco, J. (2021). Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate. *Nature* 592, 397–402. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03371-z>
- Sampognaro, L., & Segura, A. M. (2024). Biogeographic trends in populations of the shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda) on the Atlantic coast of South

- America. *Fisheries Research*, 272, 106954. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2024.106954>
- Segura, A. M., Calliari, D., Kruk, C., Conde, D., Bonilla, S., & Fort, H. (2011). Emergent neutrality drives phytoplankton species coexistence. *Proceedings of the Royal Society B*, 278, 2355–2361. <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.2464>
- Segura, A. M., Calliari, D., Lan, B. L., Fort, H., Widdicombe, C. E., Harmer, R., & Arim, M. (2017). Community fluctuations and local extinction in a planktonic food web. *Ecology letters*, 20(4), 471–476. <https://doi.org/10.1111/ele.12749>
- Segura, A. M., Wiff, R., Jaureguizar, A., Milessi, A., & Perera, G. (2021). A macroecological perspective on the fluctuations of exploited fish populations. *Marine Ecology Progress Series*, 665, 177–183. <https://doi.org/10.3354/meps13662>
- Sekerci, Y., & Petrovskii, S. (2015). Mathematical Modelling of Plankton-Oxygen Dynamics Under the Climate Change. *Bulletin of mathematical biology*, 77(12), 2325–2353. <https://doi.org/10.1007/s11538-015-0126-0>
- Takahashi, T., Sutherland, S. C., Wanninkhof, R., Sweeney, C., Feely, R. A., Chipman, D. W., & De Baar, H. J. (2009). Climatological mean and decadal change in surface ocean pCO₂, and net sea–air CO₂ flux over the global oceans. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 56(8–10), 554–577. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2008.12.009>
- UNESCO (2017). *Informe mundial sobre las ciencias oceánicas: El estado actual de las ciencias oceánicas en el mundo, resumen ejecutivo*. SC-2017/WS/12, IOC/POL/2017/1. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000249373_spa
- Venturini, N., Pita, A. L., Brugnoli, E., García-Rodríguez, F., Burone, L., Kandratavicius, N., Hutton, M., & Muniz, P. (2012). Benthic trophic status of sediments in a metropolitan area (Rio de la Plata estuary): Linkages with natural and human pressures. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 112, 139–152. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2011.08.016>
- Westberry, T. K., Behrenfeld, M. J., Shi, Y. R., Yu, H., Remer, L. A., & Bian, H. (2023). Atmospheric nourishment of global ocean ecosystems. *Science (New York, N.Y.)*, 380(6644), 515–519. <https://doi.org/10.1126/science.abq5252>

Yang, H., Lohmann, G., Krebs-Kanzow, M., Shi, X., Sidorenko, D., Gong, X., Chen, X., & Gowan, E. J. (2020). Poleward shift of the major ocean gyres detected in a warming climate. *Geophysical Research Letters*. <https://doi.org/10.1029/2019GL085868>