

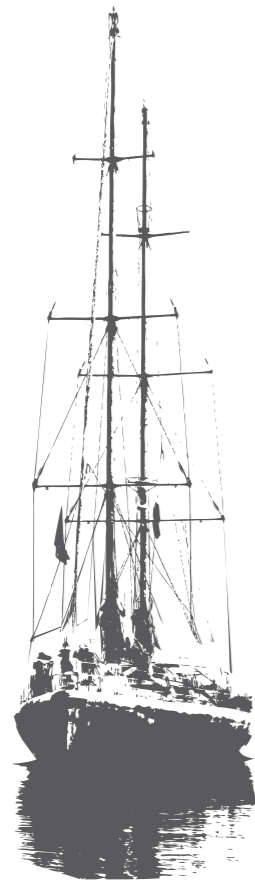
# Misión Microbioma

Comprender la población  
invisible del océano  
para preservar nuestro futuro

CARPETA DE PRENSA  
DICIEMBRE 2020 – SEPTIEMBRE 2022



Fundación  
**taraocéan**  
explorar y compartir



MAJOR PARTNER

*agnès b.*

PREMIUM PARTNERS



MISSION PARTNERS



SOLIDARITY PARTNER



INSTITUTIONAL SUPPORTS



MAJOR SCIENTIFIC PARTNERS



CLUB PARTNERS



EDUCATION PARTNERS



OFFICIAL SUPPLIERS



LICENSED SUPPLIERS

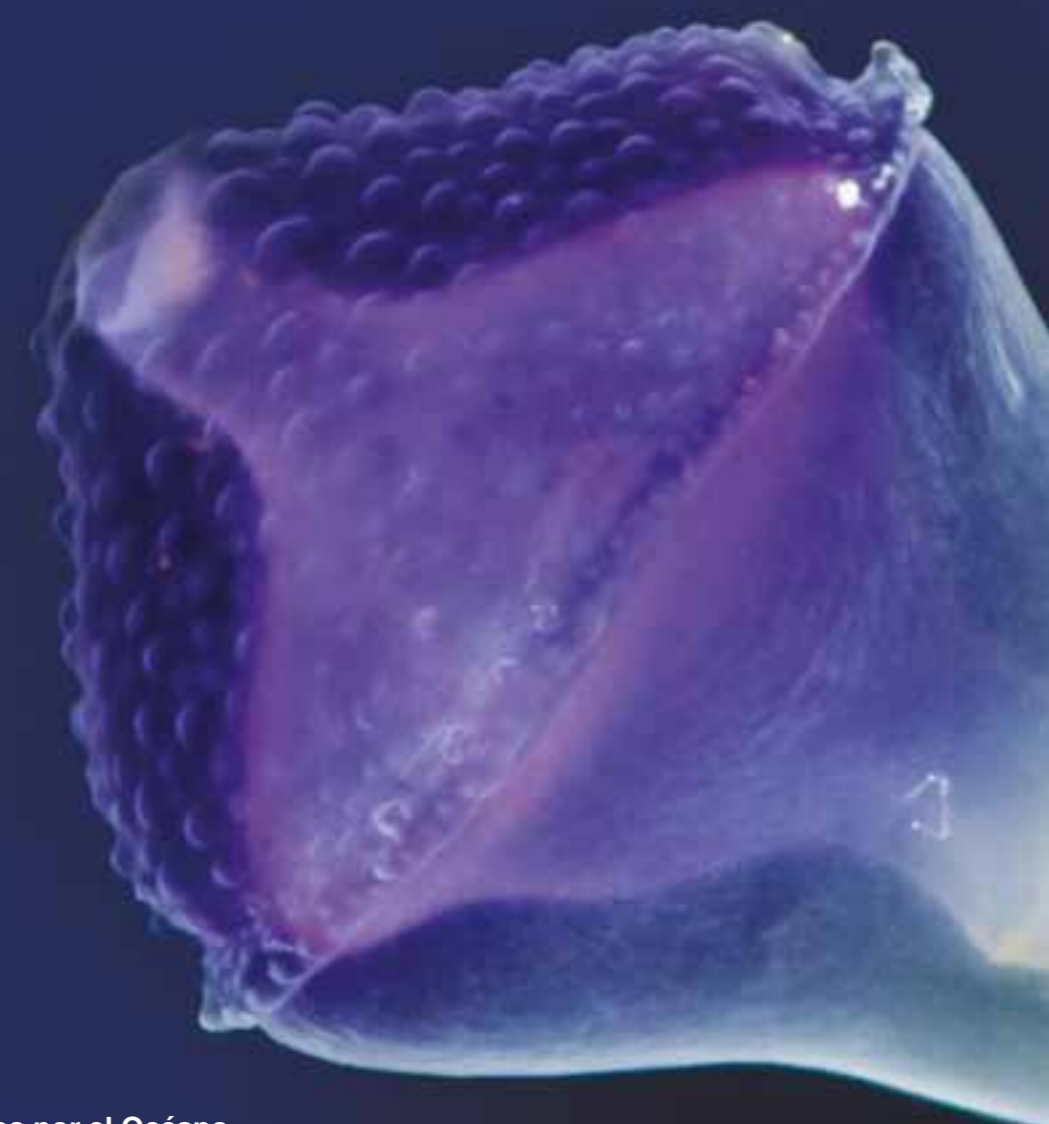
DATA OBSERVER - GROUPE EYSSAUTIER - COUSIN TRESTEC - TFA USINAGE - BIOSPEEDIA

ASSOCIATIONS

BEMED - GRE A - MISSION BLUE - FONDATION GOODPLANET - GOODEED - CROISSANCE PLUS



[www.fondationtaraocean.org](http://www.fondationtaraocean.org)



**P.04 // Editorial**

**P.06 // Servicios proporcionados por el Océano**

**P.08 // Microbioma: el mundo invisible**

**P.10 // Ciencia detrás de la misión Microbiome**

**P.14 // Secuenciación a gran escala**

**P.15 // Ruta de la expedición y ciudades de escala**

**P.18 // Fundación Tara Océan: ideales**

**P.20 // Educar a las generaciones futuras**

**P.21 // Compartir conocimientos sobre el Océano**

**P.22 // Incidencia**

**P.23 // Esta misión necesita el apoyo de todos**

**P.24 // Atlanteco y Ceodos**

**P.26 // Financiamiento de las expediciones**





### ROMAIN TROUBLÉ, DIRECTOR EJECUTIVO DE LA FUNDACIÓN TARA OCÉAN

Durante los últimos quince años, la Fundación Tara Océan ha continuado, misión tras misión, ampliando los límites de nuestro conocimiento en el ecosistema más grande e importante de nuestro planeta: el océano. Tara Océan ha revelado más de 150 millones de genes planctónicos y el 95% de los virus marinos conocidos. Tara Mediterranean y Tara Microplastics arrojaron luz sobre el origen y las dramáticas consecuencias de la contaminación plástica en el mar. Las 50.000 muestras recolectadas durante Tara Pacific permitieron descifrar el impacto del cambio climático en los arrecifes de coral.

Ahora está claro que todos estos problemas están íntimamente relacionados, como muchos engranajes de una sola máquina. Después de haber identificado, estudiado y descifrado cada uno de estos engranajes, esta nueva misión tendrá un enfoque global y tratará el ecosistema oceánico como un todo. Para ello, es necesario volver a lo básico, al actor principal presente en todas las facetas de este ecosistema, su base más fundamental: el microbioma. Un mundo microscópico, inmenso y desconocido, el primer eslabón de una larga cadena alimentaria, pero también un actor crucial en la regulación del clima, que está sujeto a numerosas presiones externas, como la contaminación plástica y el aumento de las temperaturas. Estudiar cómo encajan todas estas preguntas es muy emocionante y se vuelve esencial para comprender cómo se comporta todo el sistema y cómo reaccionará a los cambios que le estamos infligiendo.

Esta expedición de dos años a las profundidades del mundo microbiano obviamente adquiere una dimensión especial en medio de una pandemia global. La crisis de salud que estamos viviendo nos obliga a afrontar nuestro desconocimiento de este mundo, ya que nos encontramos tan indefensos ante un virus desconocido. Históricamente, los humanos solo han estudiado realmente los microbios que los atacaron, *à posteriori*. Ahora es el momento de tomar el control: cuanto más sepamos cómo se ven los microorganismos de nuestro planeta y cuáles son sus funciones, más rápidas respuestas tendremos para posibles crisis futuras.

Esta misión también nos recuerda que más allá de ciertos virus y bacterias que a veces nos atacan con fuerza, una multitud de microorganismos - especialmente los oceánicos - son de hecho esenciales para nuestro bienestar. Así como no podríamos vivir sin los miles de millones de microbios "amistosos" que habitan nuestros cuerpos, nuestro planeta no sería viable sin la presencia del microbioma marino que regula su equilibrio. Sin embargo, el microbioma ahora está sujeto a amenazas preocupantes - calentamiento global, diversos contaminantes - con consecuencias desconocidas. Depende de nosotros sumergirnos en este mundo poco conocido antes de que sea demasiado tarde.

### ÉTIENNE BOURGOIS DIRECTOR DE LA FUNDACIÓN TARA OCÉAN

Desde que adquirí la goleta en 2003, quería devolverle a Tara su papel inicial: navegar por los helados mares polares y el océano con fines científicos.

Este proyecto familiar, apoyado desde un principio por Agnès B., fue concebido por un grupo de amigos fieles que, a lo largo de los años, se han mantenido muy implicados. Desde entonces, muchos socios y donantes leales se unieron a la aventura, y Tara creció hasta convertirse en 2016 en la Fundación Tara Océan, el primer grupo francés reconocido por su interés público dedicado al océano.

Esta es la pasión de mi vida, junto con el mar y el barco. La Fundación es la culminación de todas las extraordinarias aventuras compartidas con navegantes, científicos, público en general y con las generaciones futuras.

Quería misiones largas porque la investigación fundamental lleva tiempo. Tara Arctic, Tara Oceans y Tara Pacific: las principales expediciones se sucedieron y la goleta atravesó los océanos del mundo. Los científicos abrazan los proyectos

de la Fundación y viceversa. Desde el principio, todo salió bien, como si la historia de Tara simplemente estuviera destinada a ser.

Hoy, la Fundación Tara se moviliza más que nunca. Seguiremos llevando a cabo estas largas misiones y colaborando con artistas, porque me gusta ver mezclarse a personas de distintos orígenes. Y, sobre todo, creo en compartir. Sería maravilloso si en el futuro hubiera otras Taras. Esto puede ser utópico, pero es importante tener un proyecto mucho más grande, que reúna a empresas públicas y privadas, un proyecto que no se limite a un solo barco, porque las urgencias son inmensas y el tiempo apremia.





# El océano provee al planeta Tierra



*Stéphanie Thiébault,  
Directora del Instituto de Ecología  
y Medio Ambiente, CNRS*

© CNRS / Délégation PMA

## ¿ QUÉ LE APORTA EL OCÉANO AL PLANETA ?

Muchas cosas. La más obvia es la vida misma. Incluso hoy en día, parte de la población mundial se alimenta casi exclusivamente de productos del mar. Del mismo modo, peces, crustáceos, mamíferos marinos, todos se alimentan de microorganismos marinos que les proporcionan su alimento básico. Más allá de la comida, el papel del océano es vital: permite a los humanos vivir en el planeta Tierra. El océano captura dióxido de carbono y produce la mitad del oxígeno que respiramos, lo que hace que el planeta sea habitable.

## ¿ SOMOS CONSCIENTES DE LA IMPORTANCIA DEL OCÉANO ?

En general, no. Estamos comenzando a ver el surgimiento de una nueva conciencia, pero aún es modesta, incluso al más alto nivel. En 2015, cuando las Naciones Unidas adoptaron la Agenda 2030 con Objetivos de Desarrollo Sostenible específicos, el Océano no recibió suficiente atención. Fue solo en 2017 que las Naciones Unidas le dieron al Océano el lugar que realmente se merece.

## ¿ POR QUÉ TARDA TANTO LA SENSIBILIZACIÓN ?

Sabemos que el océano está íntimamente ligado al clima. Es una de las claves para comprender los impactos del cambio climático, pero aún existen demasiadas incógnitas sobre los mecanismos involucrados. Sorprendentemente, la investigación carece de datos experimentales y de observación a largo plazo, por eso las misiones Tara son tan cruciales. Proporcionan conocimientos fundamentales para comprender y anticipar los cambios venideros. También contribuyen a desarrollar las herramientas necesarias para concienciar a la sociedad sobre la importancia capital del océano y la necesidad de preservarlo.

# Microbioma : el mundo invisible



**Chris Bowler,**  
Director científico del Consorcio Tara Oceans,  
director del comité científico de la Fundación  
Tara Ocean, director de investigación del CNRS  
y codirector de la misión Tara Microbiome

© Fundación Tara Océan : Chris Bowler

Hasta hace poco, algunos investigadores se referían al microbioma como el entorno de vida de los microorganismos; otros, como su genoma. Luego, en junio pasado, decenas de especialistas de todo el mundo finalmente publicaron<sup>1</sup> una definición clara: un microbioma es una comunidad microbiana que evoluciona dentro de un hábitat bien definido; por lo tanto, el término se refiere tanto a los microorganismos como a su hábitat. Es por eso que la nueva misión Tara Microbiome es mucho más que pescar «microbios». Además de los microorganismos marinos, también se estudiarán los parámetros físicos y químicos del agua de mar (temperatura, salinidad, acidez, niveles de oxígeno, etc.), así como la concentración de contaminantes, nutrientes y residuos plásticos.

Concretamente, ¿qué son estos microbios oceánicos ? «Combinan una porción significativa de plancton, es decir, todos los organismos que se mueven a la deriva con las corrientes marinas, excepto los animales pequeños compuestos por varias células», explica Chris Bowler, codirector de la misión Tara Microbiome, director científico del Consorcio Tara Océan y director del comité científico de la Fundación Tara Océan. «En resumen, el microbioma oceánico representa toda la vida unicelular en los océanos, incluidos los virus, aunque estrictamente hablando, estos no son parte del mundo viviente.» Además de los millones de virus que habitan en los océanos, la misión Tara Microbiome también estudiará bacterias, microalgas y protistas, organismos unicelulares que no son ni animales ni plantas.

Aunque invisibles a simple vista, todos estos organismos juegan un rol clave en el ecosistema oceánico, ya que este microbioma representa más de dos tercios de la biomasa oceánica. ¡Cuatro veces la biomasa acumulada de todos los insectos de la Tierra !

La tarea resulta a la vez abrumadora y esencial, enfatiza Chris Bowler. «Ahora tenemos una comprensión clara de la composición del microbioma oceánico. Por el contrario, sabemos muy poco sobre sus funciones. En otras palabras, la pregunta no es tanto sobre “¿qué hay ahí?”, sino más bien “¿qué microorganismo hace qué?”. Mientras no sepamos cómo funciona la comunidad microbiana en su conjunto, es difícil predecir cómo reaccionará el océano a los cambios, como el aumento de las temperaturas.» **Sin embargo, una cosa es segura : este microbioma juega un rol clave en el funcionamiento de todo el ecosistema oceánico. Como primer eslabón de la cadena alimentaria que alimenta a una buena parte de la humanidad a diario, el microbioma oceánico es también un componente esencial de la maquinaria climática.** A través de la fotosíntesis, como los bosques de la Tierra, las microalgas y las cianobacterias capturan el dióxido de carbono disuelto en el agua de mar para producir oxígeno y luego liberarlo a la atmósfera.

**El estado de salud del microbioma, su distribución en los océanos del mundo y su composición afectan a todo el ecosistema oceánico y, por lo tanto, al clima de nuestro**

**planeta.** «Podemos hacer la conexión con el microbioma humano, los miles de millones de microorganismos que viven en nuestro intestino», dice Chris Bowler. «Este microbioma es esencial para nuestra salud, ya que afecta nuestra digestión, la resistencia a los patógenos e incluso nuestro bienestar psicológico. Sin él, simplemente no sobreviviríamos. Es lo mismo para el océano: su microbioma es absolutamente crucial.» Sin embargo, mientras que el microbioma humano ahora está bien estudiado, su contraparte oceánica sigue siendo en gran parte desconocida : las funciones de más del 60% de los genes microbianos presentes en el océano aún no se conocen. El objetivo de los casi 200 científicos que participan en la misión Tara Microbiome es revelar muchos secretos del mundo invisible en los próximos años.

<sup>1</sup> Berg et al. Microbiome definition re-visited: old concepts and new challenges. *Microbiome* (2020)



# La ciencia detrás de la misión Tara Microbiome

Mediante el estudio del microbioma oceánico en su conjunto (microorganismos, virus, parámetros físicos y químicos, nutrientes, contaminantes, etc.), la misión Tara Microbiome explorará los complejos mecanismos detrás de cada una de las principales funciones que hacen que este ecosistema sea esencial para nuestro planeta: producción de oxígeno generado a través de la fotosíntesis por microalgas y cianobacterias, secuestro de carbono por estos organismos, interacciones con los principales ciclos biogeoquímicos oceánicos (hierro, nitrógeno, etc.) y finalmente producción de materia orgánica en la base de toda la cadena alimentaria marina.

Los científicos de la misión multiplicarán las estaciones de muestreo en varios entornos y a lo largo de fenómenos localizados (zonas sin oxígeno, afloramientos ricos en nutrientes, gradientes de temperatura, etc.) para observar cómo se comporta el microbioma oceánico en un entorno cambiante. «El microbioma del océano es muy sensible a los cambios en su entorno de vida, ya sean resultado de la introducción de contaminantes o variaciones en la temperatura del agua» dice Daniele Iudicone, investigador de la Stazione Zoologica Anton Dohrn (Nápoles, Italia) y codirector científico de la misión. «La mayoría de nuestras preguntas científicas están relacionadas con el cambio climático y cómo el microbioma oceánico responderá a las alteraciones ambientales. Las respuestas proporcionadas por la misión Tara Microbiome ayudarán a mejorar los modelos de predicción que intentan evaluar el cambio climático en el mediano a largo plazo.»

Para recopilar la mayor cantidad posible de datos sobre los microorganismos y su entorno de vida, cada estación de muestreo movilizará una amplia variedad de herramientas y equipos, basándose en la experiencia y los protocolos desarrollados por los científicos de la Federación de Investigación Oceánica de Tara - GO-SEE2 durante más de una década. Los organismos se recolectarán a través de redes de diferentes tamaños de malla, sumergidas hasta 1.000 metros de profundidad y utilizando botellas Niskin en una roseta. Inmersa desde la plataforma trasera de Tara, esta estructura de aluminio de 250 kg se hunde verticalmente en la columna de agua y recolecta hasta 10 muestras por inmersión. Cada una de las 10 botellas de muestreo se puede cerrar a una profundidad determinada. La roseta también mide continuamente muchos parámetros físicos y químicos, como presión, temperatura, conductividad del agua y contenido de oxígeno. También se pueden recopilar datos adicionales de la superficie, como la cantidad de luz, las características de las corrientes y la presencia de "elementos traza". «Por ejemplo, el hierro y el cobalto son nutrientes raros presentes en pequeñas cantidades en el medio ambiente, pero particularmente importantes para la vida marina» dice Daniele Iudicone. Finalmente, los microplásticos y los microorganismos que viven asociados a ellos serán recolectados en la superficie utilizando una red específica, llamada Manta, y en el aire mediante sensores instalados a varias decenas de metros de altura.

«A diferencia de las expediciones anteriores en las que los científicos de Tara pretendían identificar la biodiversidad marina dondequiera que estuviera la goleta, esta vez adaptaremos los protocolos para abordar cuestiones clave y caracterizar fenómenos específicos», señala el codirector científico de la expedición. «En algunas áreas, las estaciones de muestreo serán muy intensas y durarán 1-2 días, por ejemplo, para monitorear un fenómeno local que varía rápidamente en el tiempo, mientras que en otras zonas, los protocolos se pueden simplificar para realizar un gran número de análisis consecutivos». Este protocolo adaptativo nos permite explorar en detalle, y por primera vez con un enfoque tan multidisciplinario, el impacto de varios fenómenos oceánicos en el microbioma. Diferentes desafíos, pero todos conducen a la misma pregunta: cómo se producen los cambios actuales, incluyendo las actividades en tierra, impactan el microbioma oceánico y, al mismo tiempo, los océanos de todo el mundo y el clima de la Tierra.



**Daniele Iudicone,**  
Investigador de la Stazione Zoologica Anton Dohrn (Nápoles, Italia) y codirector de la misión Tara Microbiome

© Fundación Tara Océan : Daniele Iudicone



**Colombar de Vargas,**  
Director de investigación del CNRS, director de la Federación de Investigación Oceánica de Tara GO-SEE, y codirector de la misión Tara Microbiome

© Fundación Tara Océan : Colombar de Vargas



**Chris Bowler,**  
Director científico del Consorcio Tara Oceans, director del comité científico de la Fundación Tara Océan, director de investigación del CNRS y codirector de la misión Tara Microbiome

© Fundación Tara Océan : Chris Bowler

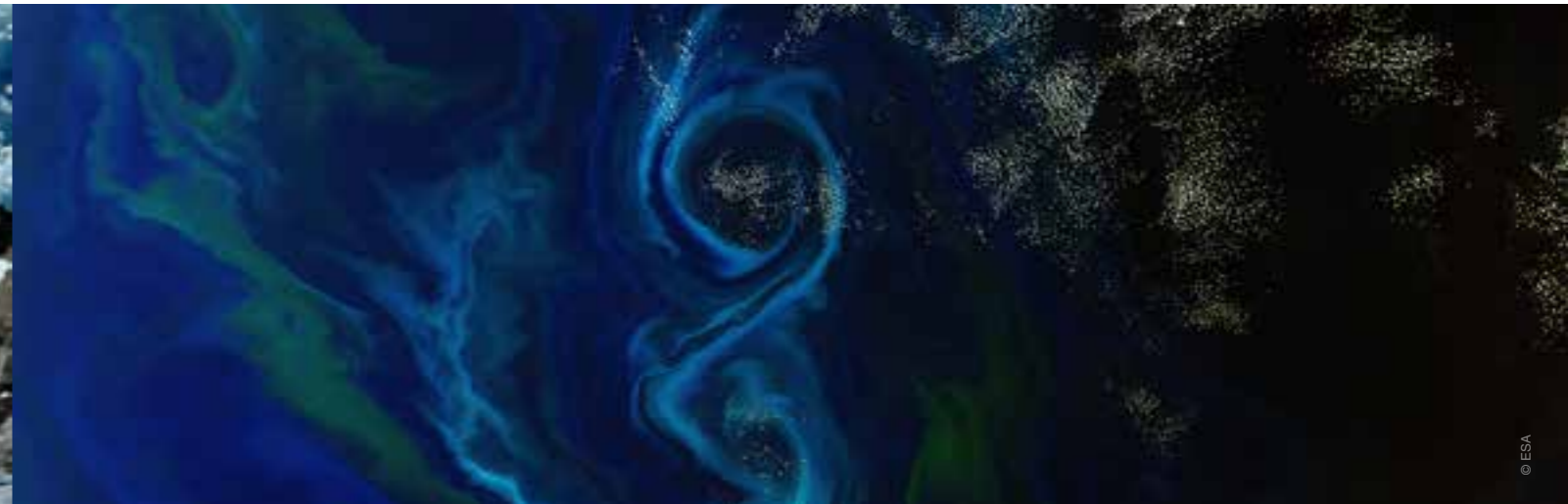


**Stéphane Pesant,**  
Biocurador marino sénior en el Laboratorio Europeo de Biología Molecular - Instituto Europeo de Bioinformática (EMBL-EBI) y director de operaciones científicas de la misión Tara Microbiome

© Fundación Tara Océan : Stéphane Pesant

<sup>2</sup> La Federación de Investigación Tara Océan - GO-SEE involucra en particular al CNRS, el CEA, la Fundación Tara Océan, la Universidad de la Sorbona, la Universidad PSL, INSERM, ENS Paris, IRD, EPHE, la Université d'Evry-Val-d'Essonne, Universidad Paris-Saclay, UPVD, AMU, Universidad de Toulon, École centrale de Nantes, Universidad de Nantes, UGA, EMBL y Facultad de Física y Matemáticas de la Universidad de Chile.





## ¿ CÓMO FERTILIZA LA TIERRA LOS OCÉANOS ?

El microbioma del océano, y en general la vida marina, depende de la presencia de nutrientes básicos. « *Esto es particularmente cierto para el hierro, un elemento bastante raro en el océano que limita la expansión de la vida marina local* », dice Daniele Iudicone. « *En algunas regiones, el aporte de dichos nutrientes por los ríos, especialmente de los grandes como el río Amazonas o el río Congo, es crucial* ». Además de estos 2 grandes ríos, se estudiarán otros 4 ríos en África. Para cada uno de ellos, muestras serán recolectadas en el río, su estuario y a lo largo de su pluma que a veces se extiende cientos de kilómetros hacia el océano. En la costa

occidental de Chile, Tara navegará por los numerosos fiordos de la Patagonia para estudiar el aporte de agua dulce de los glaciares. En el Mar de Weddell, una zona clave para el clima limítrofe con la Antártida, se investigarán los nutrientes aportados por los icebergs, así como la potente bomba de carbono ligada a las corrientes y la rica biomasa de este mar. Finalmente, la ruta de la misión atravesará 3 de los mayores afloramientos de nuestro planeta, aguas que surgen de las profundidades, cargadas de nutrientes, que son esenciales para la fertilización del océano.



## ¿ CUÁLES SON LOS IMPACTOS DE LA CONTAMINACIÓN MICROPLÁSTICA ?

Tras la misión *Tara Microplastics* en 2019, que estudió los residuos plásticos de unos pocos milímetros de diámetro en 9 grandes ríos europeos, implementaremos protocolos similares en 6 grandes ríos (incluidos los ríos Amazonas y Congo) donde este problema aún se está estudiando. Por primera vez a esta escala, el estudio de los microplásticos también se extenderá a alta mar, con muestreos a lo largo de toda la ruta de Tara. « *Así como la expedición de Tara Océan generó cantidades masivas de datos sobre plancton, queremos desarrollar una gran base de datos sobre plastisfera,*

*microorganismos que viven en microplásticos, identificando especies, funciones y qué genes están presentes* », dice Jean-François Ghiglione, director de investigación del CNRS. « *También investigaremos si existe un vínculo entre las especies clave que viven sistemáticamente en plásticos y el resto del microbioma oceánico, especialmente en áreas con altas concentraciones de desechos plásticos, ya que la plastisfera puede interrumpir los principales ciclos biogeoquímicos en el océano, tales como producción de oxígeno o secuestro de carbono.* »

## ¿ CÓMO PERTURBA EL CAMBIO CLIMÁTICO LAS CORRIENTES OCEÁNICAS Y LA DISTRIBUCIÓN DEL MICROBIOMA ?

En los últimos años, varios estudios científicos han demostrado el impacto del cambio climático en la fuerza y trayectoria de las principales corrientes oceánicas. Las corrientes oceánicas son esenciales para la vida marina, incluido el microbioma oceánico, como señala Daniele Iudicone. « *Son como autopistas para el plancton y los microplásticos, lo que les permite viajar distancias inmensas. Las corrientes también afectan la distribución de oxígeno en el océano, incluyendo las de las zonas anóxicas, áreas sin oxígeno* ».

La misión Tara Microbiome investigará una de estas zonas anóxicas (también llamadas "Zonas Mínimas de Oxígeno", ZMO) ubicada al norte de la costa de Chile para estudiar su impacto en el microbioma oceánico. « *Sabemos que la concentración de oxígeno cambia por completo las características del microbioma y, por tanto, toda la vida que depende de él : peces, mamíferos marinos, aves marinas, etc.* » Para el investigador italiano, el cambio climático tiene, por tanto, un impacto directo en los animales, pero también un efecto indirecto y menos conocido, al alterar las corrientes oceánicas y la distribución del oxígeno.

## ¿ CUÁL ES EL ROL DE LAS CORRIENTES OCEÁNICAS A PEQUEÑA ESCALA ?

El impacto a mediano y largo plazo del cambio climático se evalúa utilizando modelos informáticos que simulan los sistemas atmosférico y oceánico y su desarrollo futuro. Desafortunadamente, estos modelos climáticos aún integran de manera deficiente los pequeños fenómenos oceánicos, dice Daniele Iudicone. « *Lejos de ser uniforme, el océano contiene una multitud de fenómenos de pequeña escala, remolinos o pequeñas corrientes, que solo duran unas pocas horas o días. A pesar de su tamaño, estos fenómenos son particularmente importantes y deben tenerse en cuenta al modelar los sistemas climáticos.* »

Entre otros fenómenos, la misión rastreará un remolino en el Océano Atlántico, entre América del Sur y África. Una vez localizada mediante imágenes satelitales, la goleta seguirá este remolino, multiplicando las estaciones de muestreo para responder a 3 preguntas : ¿ Cómo se estructura un fenómeno así en tan solo unos pocos kilómetros ? ¿ Qué impacto tiene el remolino en la concentración de microplásticos ? ¿ Cómo influye en la composición del microbioma oceánico ?



# Secuenciación a gran escala



**Patrick Wincker,**  
Director de Genoscope/CEA/CEA.

© Fundación Tara Océan : Patrick Winckler

Decenas de miles de muestras, cientos de millones de genes, miles de millones de organismos recolectados. ¿Cómo sacar el máximo provecho de esta montaña inminente de datos sin procesar? Para esta misión de *Tara Microbiome*, al igual que para las grandes expediciones anteriores de la Fundación Tara Océan, esta pesada tarea recaerá en Genoscope, un centro nacional de secuenciación ubicado a pocos kilómetros de París. «Nos ocupamos del procesamiento, secuenciación y primeros análisis bioinformáticos, utilizando protocolos bien establecidos desde hace más de diez años, desde que comenzamos a trabajar con datos de las misiones Tara», explica Patrick Wincker, director de Genoscope/CEA.

Por supuesto, es imposible estudiar por separado cada organismo recolectado en cada muestra – de una botella de roseta, red de plancton o "arrastre de microplástico". La secuenciación se realiza en una muestra completa, proporcionando información sobre la comunidad microbiana en su conjunto: qué organismos están presentes, qué genes tienen, qué proteínas producen, etc. «En comparación con la misión Tara Océan, donde se recolecta plancton de todos los océanos del mundo, estaremos trabajando en áreas marítimas más pequeñas, pero con más muestras», continúa el director de Genoscope. «Esto nos permitirá hacer análisis más profundos, para comprender en una escala mucho más fina qué hacen estos microorganismos en situaciones específicas.»

Otra diferencia con la misión *Tara Océans* realizada entre 2009 y 2013: la velocidad de secuenciación, que sigue aumentando a lo largo de los años, con dispositivos de altísima velocidad y costes cada vez más bajos. «En diez años, el rendimiento se ha multiplicado por al menos 100, y esto debería acelerarse aún más al final de la misión», explica Patrick Wincker. «Podremos secuenciar la totalidad de las muestras recolectadas durante la misión, que era inimaginable hace unos años.» Esto revolucionará nuestro conocimiento del microbioma, como lo hizo *Tara Océans* con el plancton: en ese momento, la misión reveló más de 150 millones de genes marinos, lo que dio lugar a más de 260 publicaciones científicas.

## TRES NIVELES DE ANÁLISIS

### Metabarcoding

Secuencias de ADN muy específicas son seleccionadas. Cada código de barras genético es exclusivo de una especie. La secuenciación de una muestra en su totalidad permite identificar las distintas especies presentes y realizar un retrato de toda la comunidad microbiana

### Metagenómica

En lugar de observar microorganismos individuales, la metagenómica identifica genes presentes en toda la muestra, como si el microbioma fuera un solo ser vivo con un solo genoma. Los genes identificados proporcionan así información valiosa sobre los organismos presentes, así como sus funciones.

### Metatranscriptómica

Complementando la técnica anterior, ésta examina, vía ARN, los genes expresados cuando se tomó la muestra. Mientras que la metagenómica extrae un "potencial genético" de la comunidad microbiana, la metatranscriptómica analiza cómo se expresa este potencial en un entorno determinado.



## CUATRO PASOS CLAVE EN EL VIAJE DE TARA (COMO EJEMPLOS)

### CHILE

Primera gran etapa de la misión tras una larga travesía del Atlántico, de este a oeste y de norte a sur, las costas chilenas ofrecerán a los equipos de Tara 3 temas de estudio: fertilización del océano a través del agua de los glaciares andinos; influencia de una zona pobre en oxígeno (ZMO = Zona Mínima de Oxígeno) en el microbioma, y el funcionamiento de la bomba de carbono en esta región que se encuentra entre las más productivas del planeta.

### AMAZONAS

La inmensa pluma del Amazonas aporta nutrientes y contaminantes al océano, a escalas que deben evaluarse. También marca la unión entre dos cuencas oceánicas: el Atlántico norte y sur. Esta zona de interconexión crucial se muestreará en profundidad para comprender todos sus mecanismos, algunos de los cuales están en el origen de la proliferación de Sargassum en las Indias Occidentales.

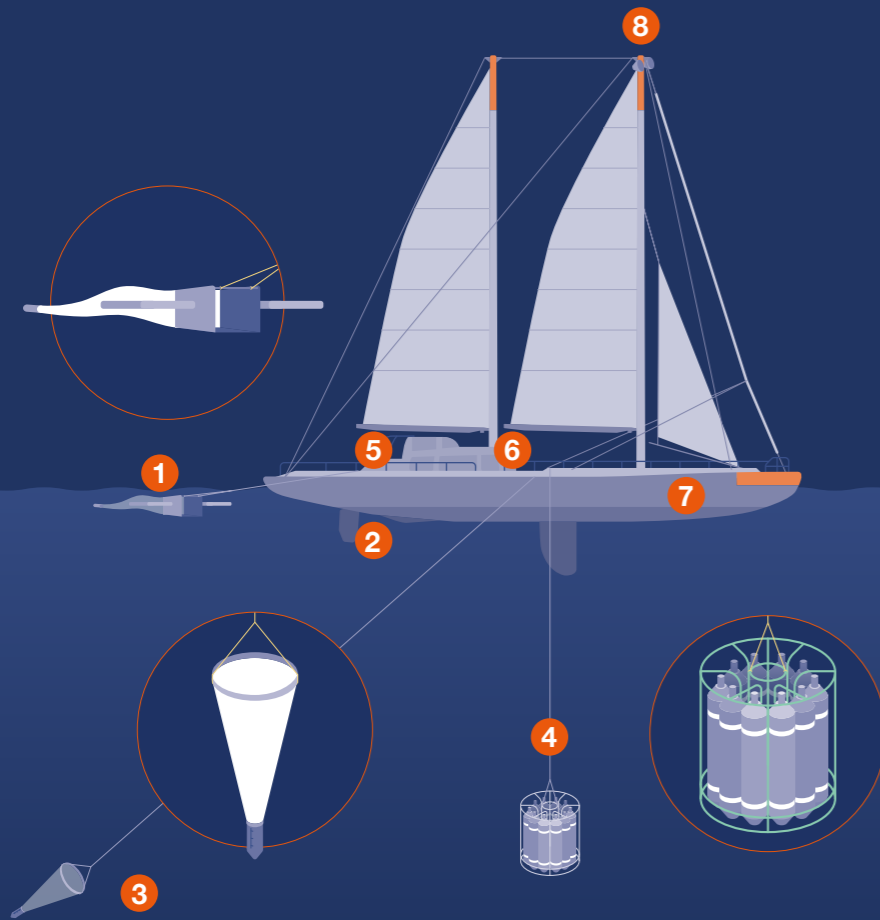
### ANTÁRTIDA

Las regiones oceánicas que rodean la Antártida son algunas de las más importantes para el clima, particularmente ricas en microorganismos que proporcionan oxígeno. Allí, las aguas frías descienden hasta el fondo del océano, se desplazan y eventualmente forman las capas profundas de todos los océanos del mundo. La goleta pasará 3 semanas en el mar de Weddell antes de atravesar el Atlántico y dirigirse hacia la costa de África, estudiando la bomba de carbono local y el efecto de los icebergs en los microbiomas.

### COSTA OESTE DE ÁFRICA

Por primera vez, Tara viajará por la costa occidental de África para medir los aportes de 5 principales ríos africanos en cuanto a nutrientes, pero también de microplásticos, mucho menos estudiados que en Europa. Los investigadores a bordo de la goleta también observarán áreas con corrientes particulares en Namibia y Senegal, donde el afloramiento de aguas frías las convierte en una de las regiones marinas más productivas del mundo.





### EQUIPO A BORDO DE TARA

- 1 Red Manta.** Arrastrada detrás de la goleta, la red Manta navega por el agua gracias a sus dos alas metálicas. Rastrillando la superficie de esta manera, recoge todos los residuos plásticos flotantes, en particular microplásticos en los que viven muchos microorganismos.
- 2 Bomba continua.** El agua se recolecta continuamente a través de una bomba ubicada debajo del casco de la goleta y luego se analiza continuamente a bordo. Las medidas de salinidad y temperatura se utilizan para caracterizar los diferentes cuerpos de agua atravesados.
- 3 Redes de plancton.** Si bien la Roseta solo puede recolectar unos pocos litros por botella Niskin, las redes se pueden sumergir a una profundidad de 1,000 metros y filtrar un gran volumen de agua. Dependiendo del tamaño de las mallas de las diferentes redes, recolectan tipos de organismos muy específicos.
- 4 Roseta.** Esta estructura de aluminio de 250 kilos incluye 11 botellas Niskin programadas para recoger agua a diferentes profundidades. Adjunto al marco, una armada de sensores mide numerosos parámetros físico-químicos a medida que la Roseta desciende a las profundidades (es decir, presión, temperatura, conductividad, nivel de oxígeno, bomba de carbón, etc.).

- 5 Laboratorio húmedo.** Ubicado en la cubierta de popa de Tara, es el lugar donde las muestras recolectadas por las redes y Roseta se descargan, filtran y algunas se sumergen en nitrógeno líquido. Todos los instrumentos y material necesarios durante las estaciones de muestreo se almacenan aquí.
- 6 Laboratorios secos.** Dos pequeños laboratorios se encuentran dentro del barco, entre las cabinas.
- 7 Bodega de proa.** La mayoría de las muestras recolectadas, una vez filtradas y etiquetadas cuidadosamente, terminan en grandes refrigeradores en la bodega de proa, esperando ser enviadas a los laboratorios asociados durante la siguiente escala.
- 8 Medidas de aire.** Sobre el océano, pequeñas partículas en el aire (a veces microplásticos) pueden transportar bacterias y virus a lo largo de cientos de kilómetros. Estas partículas se recogen automáticamente en la parte superior del mástil trasero de Tara.

### LA MISIÓN MICROBIOMA EN NÚMEROS

EL ITINERARIO



**21**  
escalas

**70.000**  
kilómetros  
por recorrer

COLABORANDO  
A BORDO



**15**  
marineros



**80**  
investigadores

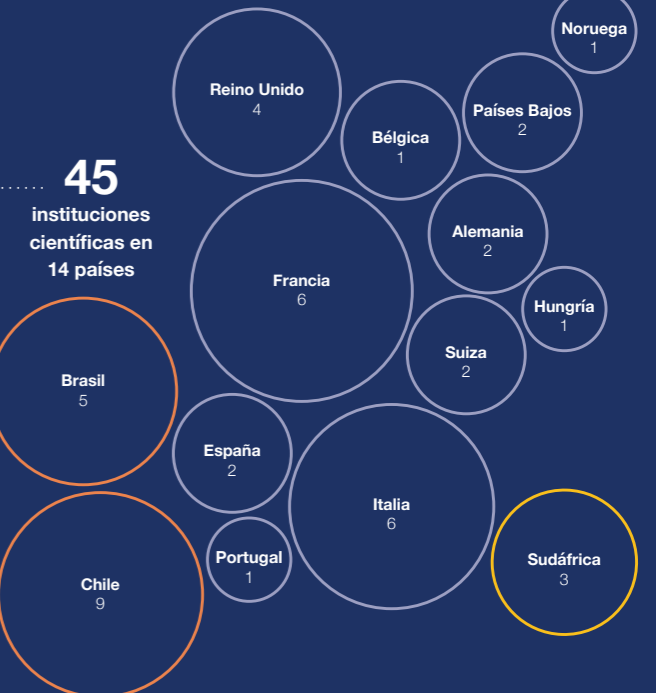
INVOLUCRADOS  
EN TODO EL MUNDO



casi  
**200**  
científicos



**21**  
disciplinas  
científicas





# La Fundación Tara Océan



*Martin Hertau,  
Capitán*

© Sarah Fretwell - Fundación Tara Océan



*Samuel Audrain,  
Capitán*

© Noelle Pansiot - Fundación Tara Océan

Desde 2003, la goleta Tara ha estado dando la vuelta al mundo para **estudiar y comprender el océano y el impacto del cambio climático en este ecosistema.**

En tierra, la Fundación Tara Océan,, **primer grupo de interés público reconocido en Francia dedicado al océano está liderando una revolución científica.** Estamos desarrollando **una ciencia del océano**, abierta, innovadora y sin precedentes que nos permitirá **predecir, anticipar y gestionar mejor los riesgos climáticos futuros.**

Utilizamos conocimiento científico de alto nivel para crear conciencia y educar a las generaciones más jóvenes, movilizar a los responsables políticos e intercambiar con los países del Atlántico Sur para desarrollar conjuntamente este nuevo conocimiento sobre el océano.

Un verdadero laboratorio científico flotante, la goleta Tara ya ha recorrido más de 450.000 kilómetros, realizando escalas en más de 60 países durante 5 grandes misiones realizadas en colaboración con institutos internacionales de investigación de excelencia (CNRS, CEA, PSL, EMBL, MIT, NASA, etc.).

Más de 300 publicaciones en prestigiosas revistas científicas internacionales dan testimonio del conocimiento generado.

130.000 niños han participado en los programas educativos de Tara y 2 millones de personas han visitado nuestras exposiciones. La Fundación tiene como prioridad compartir conocimientos para educar al público y cambiar el comportamiento de las personas.

La Fundación Tara Océan continúa persiguiendo nuestras misiones fundamentales :

**Explorar para Comprender  
Compartir para Cambiar**





## Compartiendo cultura oceánica

### PONER EL OCÉANO EN EL CURRÍCULUM ESCOLAR

Sensibilizar a los jóvenes sobre el futuro del océano es fundamental para nuestra misión. El equipo de Tara ha estado trabajando en estrecha colaboración con la educación nacional durante 14 años. Hemos desarrollado una plataforma educativa dinámica para profesores de habla francesa con tres orientaciones principales : educación para el desarrollo sostenible (EDS), educación científica y educación en medios.

Durante la misión Microbioma, los docentes tendrán varias posibilidades para realizar proyectos con sus alumnos, de acuerdo con el cronograma y desafíos específicos de la nueva expedición.

### EN EL DESPERTAR DE TARA : INTERCAMBIOS CON MIEMBROS DE LA TRIPULACIÓN

Dirigida a estudiantes de todas las edades, la operación « En el Despertar de Tara » ofrece a los estudiantes la oportunidad de tener intercambios regulares con los miembros de la tripulación durante la misión Microbioma. Con respuestas a sus preguntas por escrito (o veces incluso en video), la curiosidad de los jóvenes sobre la vida cotidiana a bordo, la ciencia o el medio ambiente quedará satisfecha. También se planean reuniones de videoconferencia en vivo entre clases y miembros de la tripulación

<https://oceans.taraexpeditions.org/m/education/operations-educatives/dans-le-sillage-de-tara/>

### ECOS DE LOS PUERTOS DE ESCALA: EXPEDICIONES VIRTUALES : ESTUDIANDO TEMAS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

Las escalas de Tara también son una oportunidad para estudiar cuestiones de desarrollo sostenible en todo el mundo. La operación « Ecos de los puertos de escala : Expediciones virtuales » ofrece a los jóvenes de 8 a 15 años la posibilidad de realizar una « expedición virtual » para descubrir los problemas locales del país donde está atracada la goleta que se hacen eco de problemas más globales.

Durante la misión Microbioma, se ofrecerán nuevos recursos a los profesores para que sus alumnos puedan descubrir los puertos donde hace escala Tara y los retos a los que se enfrentan estos lugares.

<https://oceans.taraexpeditions.org/m/education/operations-educatives/echos-descale/>

La vocación de la Fundación Tara Océan es doble: contribuir a la preservación del medio ambiente y el océano a través de la investigación de alto nivel; y compartir este conocimiento educando al público.

Utilizamos herramientas de sensibilización para despertar el interés, ayudar a las personas a comprender y pensar críticamente sobre el flujo constante de información que enfrentamos. La comprensión es un requisito previo para la acción individual.

Con la nueva misión Microbioma, la Fundación continúa su labor de sensibilización pública. En 2021, una nueva edición de "Tara Océan, Le mag" (200.000 ejemplares) se distribuirá de forma gratuita a niños de 8 a 15 años. La exposición, "Misión Microbioma: Comprendiendo la población invisible del océano para preservar nuestro futuro", se exhibirá en cada escala, pero también en varios lugares culturales de Francia. **Interventions, projections.** Si la situación de salud no nos permite organizar eventos en vivo, programaremos intervenciones y proyecciones en línea para llegar a todos los públicos.

Nuestra ambición es hacer de la cultura oceánica un elemento de cultura común frente a los desafíos sociales.

### RESIDENCIAS ARTÍSTICAS

La Fundación Tara Océan no solo avanza el conocimiento científico a través de nuestras expediciones, también invitamos a artistas a realizar residencias a bordo. La ciencia siempre ha sido una fuente de inspiración para los artistas. A bordo de la goleta, observan e interpretan, según su sensibilidad e imaginación, la riqueza de los océanos, la investigación y la vida cotidiana en este espacio limitado.

La misión Microbioma es una vez más una oportunidad para unir Arte y Ciencia.

Diez artistas, seleccionados por un jurado de diferentes ámbitos, emprenderán la misión de desarrollar sus proyectos artísticos: ilustrador, escultor, fotógrafo, camarógrafo... El objetivo de sus residencias a bordo de la goleta: cultivar diferentes perspectivas y crear nuevas experiencias.

Muchos otros encuentros artísticos marcarán el año 2021. Para la Fundación Tara Océan, tanto el arte como la ciencia contribuyen a ampliar el campo del conocimiento y participan

en el mismo proceso de observación y exploración de nuevos territorios.





# Incidencia : La Fundación participa en debates nacionales y negociaciones internacionales

Nuestro trabajo de promoción es fundamental para que los responsables de la toma de decisiones al más alto nivel escuchen y comprendan a los científicos a fin de tomar medidas concretas. Este puente entre la investigación y la política, la Fundación lo está construyendo todos los días en torno a tres temas principales : **contaminación plástica, clima y alta mar.**



## Esta misión necesita el apoyo de todos

La nueva misión liderada por la Fundación no podría llevarse a cabo sin el compromiso de nuestros donantes y socios, a quienes agradecemos sinceramente su activo apoyo.

La Fundación Tara Océan funciona con un modelo económico equilibrado que reúne fondos públicos y privados en una misma dinámica y que nos brinda los medios para planificar nuestras acciones a largo plazo. Esta asociación innovadora ha demostrado su eficacia durante más de diez años. La misión del Microbioma no es una excepción. El apoyo de individuos y empresas se ve reforzado por un fuerte compromiso público que hace que los investigadores estén disponibles a través de institutos científicos asociados o por el apoyo del gobierno para el esfuerzo de investigación.

Gracias a la Fundación y los científicos asociados, se han logrado importantes avances científicos que nos permiten comprender mejor los cambios globales que se están produciendo y construir una sociedad más resiliente. Pero nuestros esfuerzos no son suficientes y hoy es fundamental fortalecer y acelerar nuestra acción. En el marco de los Acuerdos de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de la ONU, debemos avanzar aún más rápido en el avance de este conocimiento para protegernos de probables crisis futuras.

Cada donación cuenta y el apoyo de todos, tanto del público en general como de las empresas, es fundamental. ¡Es el momento adecuado para el compromiso! Al hacer una donación antes del 31 de diciembre de 2020, las personas podrán apoyar la misión del Microbioma y beneficiarse de una deducción fiscal significativa (66% del monto de la donación) en el impuesto sobre la renta.

<https://microbiome.fondationtaraocéan.org/>

Si bien los temas de responsabilidad social corporativa nunca han sido tan cruciales, las empresas que han optado por hacer del desarrollo sostenible un foco fuerte de su estrategia también pueden apoyar a la Fundación y así llevar estos temas a todos sus grupos de interés, en particular a sus empleados. Las empresas que acompañan a Tara están haciendo lo correcto y nos complace apoyarlas en sus esfuerzos por cambiar.

Hoy nos enfrentamos a desafíos formidables. La investigación, la innovación y la educación son el único camino a seguir. Las alianzas público-privadas y el apoyo financiero de un gran número de personas son más necesarios que nunca para permitirnos llevar a cabo nuestra acción.





## ATLANTECO

La misión Tara Microbiome es parte de AtlantECO, un proyecto a gran escala, lanzado el pasado mes de septiembre y financiado por la Unión Europea en el marco del Programa Marco Horizonte 2020. En AtlantECO, durante 4 años, 36 organizaciones de 13 países, incluidos muchos países europeos, Brasil y Sudáfrica, combinarán sus fuerzas para estudiar el Océano Atlántico de polo a polo para determinar la estructura y función del microbioma atlántico en el contexto de circulación oceánica y presencia de contaminantes para evaluar su rol en la conducción de la dinámica de los ecosistemas atlánticos a escala de cuenca y regional; su potencial de ser utilizado como sensor del estado del ecosistema y el mecanismo por el cual impulsa la provisión de servicios ecosistémicos.

AtlantECO aborda tres desafíos principales: el microbioma, los plásticos y la plastisfera y el paisaje marino y la conectividad, y los define como los conceptos científicos que sustentan el proyecto que, junto con sus interacciones, ayudarán a abordar la brecha en el conocimiento y la comprensión actuales sobre cómo afectan la ecología, la biodiversidad, sensibilidad al cambio climático y el potencial para una explotación sostenible de los recursos naturales del Atlántico. Aprovechando los conocimientos adquiridos sobre el estado y la dinámica del ecosistema atlántico, un desafío adicional será optimizar un conjunto de herramientas y métricas para acoplar estrechamente el funcionamiento del ecosistema y las actividades socioeconómicas, integrándolas en un marco unificado con un análisis y proyecciones Eco-Socio-Económicas, que es un prerrequisito para la gestión sostenible del Océano Atlántico. «*Estudiaremos el microbioma del Océano Atlántico para ver si contiene regiones más frágiles y diseñaremos indicadores confiables para monitorear su condición, utilizando, entre otras cosas, herramientas de inteligencia artificial*», resume Daniele Iudicone, investigador italiano que es el codirector científico de la próxima expedición y coordinador del proyecto europeo, revelando los estrechos vínculos entre la misión Tara Microbiome y AtlantECO.

<https://www.atlanteco.eu/>

Un desafío final a ser abordado por AtlantECO es el diseño de una estrategia y un protocolo que garanticen, que el nuevo marco unificado se implemente de manera sistémica, para que todos los componentes de las sociedades implicadas en los países limítrofes de la cuenca contribuyan a la implementación, y se beneficiarán plenamente de ella.

Asegurar que haya un impacto sostenible no será posible sin implementar un conjunto de actividades complementarias para hacer la transición entre la investigación y la aplicación en el mundo real, en asociación con todas las partes interesadas involucradas en el proceso. Con este fin, el proyecto ha desarrollado un programa de aumento de capacidades para investigadores y profesionales con escuelas de verano y formación práctica planificada. Además, se ha elaborado un ambicioso plan para relacionarse con la ciudadanía, que incluye actividades de ciencia ciudadana, con la posibilidad de que navegantes y entusiastas de la ciencia participen en los esfuerzos de muestreo del proyecto; y un programa de alfabetización oceánica dirigido a las escuelas de los países del proyecto para que las generaciones futuras comprendan la influencia del océano en sus vidas, así como la influencia que tienen en el océano.

En última instancia, la ambición de AtlantECO es desarrollar y aplicar un marco novedoso y unificador para proporcionar herramientas basadas en el conocimiento para diseñar políticas, respaldar la toma de decisiones y comprometerse con los ciudadanos para fomentar un comportamiento responsable para gestionar el sistema atlántico y proteger la provisión de servicios ecosistémicos de manera sostenible.



## CEODOS

Un equipo de científicos chilenos contribuirá a esta iniciativa mediante un trabajo específico sobre cambio climático a través del Programa *CEODOS*, impulsado por un consorcio de centros de excelencia nacionales y el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, quienes llevarán a cabo una observación integrada y multidisciplinaria del Océano Chileno, que con sus 120.827 km<sup>2</sup> de mar territorial es considerado un verdadero laboratorio natural de los efectos del cambio climático.

<https://www.ceodoschile.cl/>

«*De manera general, esta misión proporcionará una comprensión más detallada de los principales mecanismos que vinculan el microbioma y el clima en toda la costa de Chile. El programa CEODOS es una iniciativa a largo plazo que busca monitorear el Océano Chileno cada cinco años y así seguir su transición hacia la nueva normalidad que trae el cambio global*», explica Camila Fernández, profesora visitante del Departamento de Oceanografía de la Universidad de Concepción, investigadora del CNRS, y co-coordinadora de la misión en Chile.

«*Al inicio de la década de las ciencias oceánicas, CEODOS y TARA representan una oportunidad histórica para promover un monitoreo más robusto de la biodiversidad marina en Chile, con una gran cantidad de datos biológicos y genéticos asociados a este microbioma del océano*», asegura Alejandro Maass, director del Centro de Modelamiento Matemático (CMM) de la Universidad de Chile y co-coordinador de la misión en Chile.

El consorcio incluye a: Centro de Investigación Oceanográfica COPAS Sur-Austral de la Universidad de Concepción, Centro Interdisciplinario para la Investigación Acuícola (INCAR), Centro de Investigación Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL), Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP), Centro de Modelamiento Matemático (CMM), Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 y el Instituto francés de investigación en ciencias y tecnologías digitales (INRIA-Chile).





## INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN INTERNACIONALES PARTICIPANTES

CHILE ; Centro de Modelamiento Matemático (CMM) de la Universidad de Chile ;  
CIEP - Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia ;  
IDEAL - Centro de Investigación Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes de la Universidad Austral de Chile ;  
COPAS Sur-Austral - Centro de Investigación Oceanográfica Sur-Austral de la Universidad de Concepción ;  
INCAR - Centro Interdisciplinario de Investigación en Acuicultura Sustentable ;  
CR2 - Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia.

Consortium AtlantECO ; Stazione Zoologica Anton Dohrn IT ;  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich CH ; Universidade Federal de São Carlos BR ;  
Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives FR ;  
Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale IT ; EBI-EMBL DE ;  
Fundacao de Apoio a Universidade de Sao Paulo BR ; University of Pretoria SA ;  
Universiteit Utrecht NL ; University of Cape Town SA ; Fondation Tara Ocean FR ;  
Universidade Federal de Santa Catarina BR ; SINTEF AS NO ;  
Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung DE ;  
Fondazione CMCC IT ; Consiglio Nazionale delle Ricerche C IT ;  
Centre National de la Recherche Scientifique FR ;  
Council for Scientific and Industrial Research SA ;  
The Marine Biological Association of the UK UK ;  
Plymouth Marine Laboratory UK ; Sorbonne Université FR ;  
University of Bern CH ; Natural Environment Research Council UK ;  
The University of Liverpool UK.

Sapienza University of Rome IT ; Universidad de Santiago de Compostela ES ;  
United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization UNESCO ;  
Seascope Belgium BE ; EMBRC-ERIC FR ;  
European Multidisciplinary Seafloor and water column Observatory IT ;  
Sociedade Portuguesa de Inovação PT ; MTA Centre for Ecological Research HU ;  
Royal Netherlands Institute for Sea Research NL ; Universidade Federal da Bahia BR ;  
Universidade Federal do Rio Grande BR ;  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas ES.

*aguis b.*



## CONTACTO DE PRENSA

**Florence Bardin - Agence F**  
florence.bardin@agencef.com

**Carole Balducci - Directora de Comunicación - Fundación Tara Océan**  
carole@fondationtaraoccean.org

**Camille Lextray - AtlantECO - Responsable de Comunicación - Fundación Tara Océan**  
camille@fondationtaraoccean.org

Fotos e ilustraciones están disponibles para los medios aquí :

<http://quickconnect.to/TaraNas1>

Usar la id : *presse tara*

Contraseña : *Contactcom@Tara!2020*