



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

**LICENCIATURA EN  
CIENCIAS AMBIENTALES**

Escuela Nacional de Estudios Superiores,  
Unidad Morelia

**“DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA DE  
COMUNICACIÓN SOBRE ARRECIFES CORALINOS”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A

ÁLVAREZ GUTIÉRREZ ALEJANDRA

DIRECTOR DE TESIS:

M. en C. ANA CLAUDIA NEPOTE GONZÁLEZ

CO-DIRECTOR DE TESIS:

DR. PEDRO MEDINA ROSAS

MORELIA, MICHOACÁN.

MARZO, 2019



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES, UNIDAD MORELIA  
SECRETARÍA GENERAL  
SERVICIOS ESCOLARES

**MTRA. IVONNE RAMÍREZ WENCE**  
DIRECTORA  
DIRECCIÓN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
**PRESENTE**

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la **sesión ordinaria 08** del **H. Consejo Técnico** de la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) Unidad Morelia celebrada el día **09 de agosto del 2017**, acordó poner a su consideración el siguiente jurado para la presentación del Trabajo Profesional del alumno (a) **Alejandra Álvarez Gutiérrez** de la Licenciatura en **Ciencias Ambientales**, con número de cuenta **413090012**, con la tesis titulada: "DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN SOBRE ARRECIFES CORALINOS", bajo la dirección como **tutor** de la **M. en C. Ana Claudia Nepote González** y como **co-tutor** el **Dr. Pedro Medina Rosas**.

El jurado queda integrado de la siguiente manera:

**Presidente:** Dr. Fernando Antonio Rosete Vergés  
**Vocal:** Dr. Omar Chassin Noria  
**Secretario:** M. en C. Ana Claudia Nepote González  
**Suplente:** Dra. Norma Angélica López Gómez  
**Suplente:** Dr. Omar Domínguez Domínguez

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Morelia, Michoacán a, 15 de febrero del 2019.

**DR. VÍCTOR HUGO ANAYA MUÑOZ**  
**SECRETARIO GENERAL**

**CAMPUS MORELIA**

Apartado Postal 27-3 (Santa Ma. De Guido), 58090, Morelia, Michoacán  
Antigua Carretera a Pátzcuaro N° 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta  
58190, Morelia, Michoacán, México. Tel: (443)689.3502 y (55)56.23.73.02. Extensión Red UNAM. 80503  
[www.enesmorelia.unam.mx](http://www.enesmorelia.unam.mx)

## AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

A mi *Alma Mater*, la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, por abrirme sus puertas y permitirme formarme como profesionista, por ofrecerme los recursos, herramienta y valores que ahora guardo y atesoro.

A todo el personal administrativo de la ENES por su arduo trabajo y por las facilidades otorgadas durante toda mi formación.

A mis maestros, por su vocación y dedicación a lo largo de estos años, gracias por compartir no sólo su invaluable conocimiento, sino sus experiencias de vida con nosotros.

A mis tutores la M. en C. Ana Claudia Nepote y el Dr. Pedro Medina Rosas, por todo el apoyo, tiempo, paciencia y dedicación en el desarrollo de esta investigación y de muchos más proyectos que me permitieron crecer como persona y como profesionista.

A mis sinodales, el Dr. Fernando Antonio Rosete Vergés, el Dr. Omar Chassin Noria, a la Dra. Norma Angélica López Gómez y al Dr. Omar Domínguez Domínguez, por todo el tiempo que le invirtieron en revisar y enriquecer mi trabajo, por todos sus comentarios y observaciones.

Finalmente, agradezco una vez más a la Universidad Nacional Autónoma de México por el financiamiento del presente proyecto de tesis, a través de la convocatoria *Beca para titulación por Proyectos de Investigación para la UNAM*, durante el período 2016-2017.

## **AGRADECIMIENTOS PERSONALES**

A mi mamá María Isabel Álvarez Gutiérrez por el amor, dedicación y perseverancia constante que me ha permitido llegar hasta aquí, por enseñarme con el ejemplo que el trabajo constante y la dedicación son el medio para alcanzar mis metas. Por todo el empeño y esfuerzo que siempre pusiste en mi educación, por darme la fortaleza para seguir adelante.

A mi familia por apoyarme y alentarme a sostener y concretar mis sueños, no sólo en esta etapa tan importante de mi vida, sino a lo largo de todo el camino.

A todas y cada una de las personas que me acompañaron y apoyaron durante toda mi formación, dentro y fuera de la universidad, corrigiendo, preguntando, opinando, dándome ánimo y compartiendo sus experiencias de vida. Gracias por ser parte de esta aventura.

Por último, y no menos importante, a mis amigos, gracias por los viajes, aventuras y experiencias que vivimos, por los sueños compartidos que nos alientan a superarnos día con día.

**EN MEMORIA DE:**

mi abuelo Ausencio Álvarez Trejo,  
que más que un abuelo fue un padre.

*A ti que vives por siempre en mis memorias y en mis sueños.*

## RESUMEN

Actualmente los ecosistemas marinos se encuentran en peligro debido a diversos factores naturales y antropogénicos que han amenazado su supervivencia alrededor del mundo. En diversos países se han reportado bajos niveles de alfabetización oceánica, en especial sobre arrecifes coralinos. Esto representa una barrera para que los ciudadanos se involucren de manera activa en su conservación. En este sentido, mejorar el conocimiento público sobre estos ecosistemas y sus recursos puede beneficiar al ambiente, la economía y la sociedad. Esta tesis documenta algunos de los esfuerzos por comunicar el conocimiento acerca de los arrecifes de coral en México y a nivel internacional, los cuales han buscado fomentar el desarrollo de ciudadanos más informados, críticos y responsables en el uso de estos recursos. Sin embargo, y a pesar de que existen varios intentos y grandes iniciativas para lograr tal objetivo, no ha sido suficiente. Como parte inicial de esta investigación, se realizó una encuesta en línea (1,113 participantes), para determinar el conocimiento y percepciones que jóvenes y adultos mexicanos (entre 15 y +80 años) tienen respecto a los arrecifes de coral. Cinco temas importantes resultaron de esta encuesta: (1) existe una diferencia significativa entre el conocimiento de los especialistas en el estudio de estos ecosistemas y el público encuestado; (2) el público se encuentra poco versado en el conocimiento de los arrecifes coralinos, en especial cuando se trata de temas específicos (e.g. reproducción, crecimiento, relaciones simbióticas); (3) tienen una opinión positiva respecto al financiamiento, investigación y conservación de los arrecifes, (4) la proximidad jugó un rol importante en el conocimiento de los encuestados, ya que aquellos que dijeron vivir en zonas costeras estaban ligeramente mejor versados en comparación que aquellos que dijeron no hacerlo; y (5) el Internet y las redes sociales se han consolidado como una fuente de información científica bastante recurrente entre los encuestados. Estos resultados apuntan a la necesidad de plantear diferentes formas de fortalecer el conocimiento público de los arrecifes a través de diversas audiencias. Basados en el conocimiento e intereses de los encuestados, las principales recomendaciones que surgen de esta investigación son utilizar redes sociales, recursos gráficos, ciencia ciudadana y alfabetización oceánica, debido a que tienen el potencial para crear lazos cognitivos y afectivos. Estos recursos permiten no solo comunicar al público el conocimiento científico, sino que tienen el potencial de desarrollar un compromiso público hacia la conservación de tan importantes ecosistemas.

**Palabras clave:** Arrecifes coralinos, comunicación pública de la ciencia, alfabetización oceánica, ciencia ciudadana, recursos gráficos, redes sociales.

## ABSTRACT

Currently marine ecosystems are in danger due to several natural and anthropogenic factors that have threatened their survival around the world. Low levels of ocean literacy have been identified in many countries, especially when it comes to coral reefs. This can be a barrier to actively engage citizen in their conservation. In any case, improving public knowledge about these ecosystems and their resources can benefit the environment, economy and society. This thesis documents some of the efforts to communicate knowledge about coral reefs in México and internationally, which have sought to encourage the development of more informed, critical and responsible citizens in the use of these resources. However, and despite the fact that there are several attempts and major initiatives to achieve this goal, it has been not enough. As an initial part of this research, an online survey (1,113 participants) was conducted to determine the knowledge and perceptions that Mexican young people and adults (between 15 and +80 years old) have regarding coral reefs. Five important issues resulted from this survey: (1) there was a significant difference between the knowledge of specialist in the study of these ecosystems and the public surveyed; (2) the public is poorly versed in the knowledge of coral reefs, especially when dealing with specific issues (e.g. reproduction, growth, symbiotic relationships); (3) they have a positive opinion regarding their financing, research and conservation, (4) proximity played an important role in the knowledge of the respondents, since those who said they lived in coastal areas were slightly better versed in comparison with those who said they did not; and (5) the Internet and social media have been consolidated as a source of scientific information quite recurrent among respondents. Findings suggest that there is a need to propose different ways to strengthen public knowledge about reefs through different audiences. Based on the knowledge and interests of the respondents, the main recommendations that emerge from this research are that social media, graphic resources, citizen science and oceanic literacy have the potential to create cognitive and affective bonds. These resources not only allow the public to communicate scientific knowledge, but also have the potential to develop a public commitment towards the conservation of such important ecosystems.

**Key words:** coral reefs, public communication of science, ocean literacy, citizen science, graphics resources, social media.

# ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES</b> .....	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTOS PERSONALES</b> .....	<b>II</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>V</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
Justificación .....	2
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos .....	3
<b>CAPÍTULO I. COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA</b> .....	<b>4</b>
1.1 Comunicación de la ciencia.....	5
Ciencia.....	5
Comunicación .....	6
Comunicación de la ciencia .....	7
1.2 La urgencia de comunicar las ciencias marinas .....	11
<b>CAPÍTULO II. ARRECIFES DE CORAL</b> .....	<b>16</b>
2.1 ¿Qué son y por qué son importantes? .....	17
2.2 Estado actual de los arrecifes de coral en México .....	19
2.2.1 Enfermedades coralinas .....	19
2.2.2 Sedimentación y eutroficación .....	20
2.2.3 Blanqueamiento coralino .....	21
2.3 Recuento de algunos esfuerzos multinacionales para proteger los arrecifes de coral .....	23
<b>CAPÍTULO III. COMUNICAR PARA CONSERVAR LOS ARRECIFES DE CORAL</b> .....	<b>28</b>
3.1 Esfuerzos por comunicar el conocimiento sobre los arrecifes de coral a nivel internacional .....	29
3.2 Esfuerzos por comunicar el conocimiento sobre los arrecifes de coral a nivel nacional .....	34
3.3 Los arrecifes de coral en los medios de comunicación masiva mexicanos .....	37
3.3.1 Periódicos .....	38
3.3.2 Revistas de divulgación científica .....	42
3.3.3 Televisión .....	43
3.4 Los arrecifes de coral en museos y salas de exhibición en México .....	45
3.5 Acuarios .....	47

<b>CAPÍTULO IV. ¿QUÉ TANTO CONOCE EL PÚBLICO SOBRE LOS ARRECIFES DE CORAL?</b>	<b>49</b>
4.1 Metodología	50
4.1.1 Diseño de la encuesta	50
4.1.2 Distribución de la encuesta	50
4.1.3 Análisis de resultados	51
4.2 Perfil sociodemográfico de los encuestados	51
4.3 Resultados y discusión	52
4.3.1 Biología de los corales	52
4.3.2 Distribución de comunidades coralinas en México	55
4.3.3 Servicios ecosistémicos	56
4.3.4 Amenazas	57
4.3.5 Impactos de la degradación	59
4.3.6 Medidas de conservación	60
4.3.7 Protección de arrecifes coralinos: Institución y organizaciones	61
4.3.8 Investigación y financiamiento	62
4.3.9 Uso de medios de comunicación	62
4.3.10 Interés en los arrecifes coralinos	64
4.4 Consideraciones finales de este capítulo	66
<b>CAPÍTULO V. ¿HACIA DÓNDE DIRIGIR LOS ESFUERZOS DE COMUNICACIÓN DE LOS ARRECIFES CORALINOS?</b>	<b>67</b>
5.1 Temas clave para la comunicación científica de los arrecifes coralinos	68
5.2 La comunicación en la era digital	69
5.3 Los recursos gráficos como herramientas en la comunicación de la ciencia	71
5.4 Ciencia ciudadana para la conservación y comunicación de los arrecifes coralinos	73
5.5 Alfabetización oceánica	76
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>78</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>99</b>

# INTRODUCCIÓN

Los arrecifes coralinos son ecosistemas que se caracterizan por ser altamente productivos y por albergar una riqueza extraordinaria de especies. Proveen una gran cantidad de servicios ecosistémicos que son vitales para las sociedades humanas, ya que representan fuentes cruciales de ingresos y recursos a través de su papel en el turismo, la pesca, los materiales de construcción, protección costera y el descubrimiento de nuevos medicamentos y productos bioquímicos (Carte, 1999).

A pesar de su gran relevancia económica, ecológica, recreacional y espiritual, se encuentran fuertemente amenazados por el cambio climático, así como por otros disturbios humanos y naturales (Wilkinson, 2006). Se estima que para mediados de este siglo los efectos del cambio climático tendrán graves efectos sobre los arrecifes coralinos a nivel mundial (Hoegh-Guldberg, 1999; Donner, *et. al.*, 2005; Donner, *et. al.*, 2008; Teneva *et. al.*, 2011), e incluso algunos de los escenarios más pesimistas sugieren podrían sufrir un colapso total (Baskett, *et. al.*, 2009).

Por lo anterior, diversas organizaciones civiles, académicas y gubernamentales se han dado a la tarea de generar acciones que permitan conservarlos y restaurarlos, tal es el caso de la Sociedad Mexicana de Arrecifes Coralinos (SOMAC).

La SOMAC es una agrupación científica, no gubernamental, creada por iniciativa de investigadores mexicanos en el año 2005 con la finalidad de estudiar los organismos y procesos que suceden en los arrecifes coralinos de nuestro país. Actualmente integra a más de doscientos investigadores y estudiantes que buscan fortalecer la investigación científica desarrollada alrededor de los arrecifes coralinos en México. Además, llevan a cabo diversos esfuerzos para dar a conocer al público en general los logros e implicaciones del trabajo que realizan sus miembros.

A raíz del panorama actual al que se enfrentan los arrecifes de coral, y al interés que tiene la SOMAC para fortalecer la participación de diversos sectores en la conservación y uso adecuado de estos ecosistemas, surge la iniciativa de explorar diversas estrategias de comunicación pública sobre el conocimiento científico alrededor de estos entre la población mexicana.

El presente trabajo buscó mostrar una fotografía del conocimiento científico, intereses, preferencias y percepciones que especialistas, en el estudio de arrecifes coralinos, y público no especializado posee sobre estos ecosistemas. Esto con la finalidad de proponer algunas directrices que orienten el diseño de futuras estrategias de comunicación sobre los mismos.

## **Justificación**

En el contexto actual de la crisis ambiental que sufren los ecosistemas coralinos, resulta imperante generar soluciones que reviertan el deterioro progresivo de los mismos, no sólo desde la generación de conocimiento científico y tecnológico, sino también desde la generación de canales o medios adecuados de comunicación que permitan generar una postura pública crítica y responsable respecto al uso y conservación de tan importantes sitios en nuestro país.

En México, los esfuerzos por comunicar el conocimiento científico alrededor de los ecosistemas marinos son contados, y los son aún más cuando se trata de divulgar el conocimiento alrededor de los arrecifes de coral. Es por ello que el desarrollo de investigaciones y trabajos encaminados a fortalecer la comunicación entre el público general y especializado son necesarios y urgentes. Esto puede brindarle al público los insumos necesarios para su participación activa en discusiones públicas sobre los arrecifes coralinos, impulsando, en el mejor de los casos, nuevos agentes de cambio, más comprometidos con el cuidado de estos ecosistemas, con su propia calidad de vida y con el bienestar común.

El simple hecho de que el público esté informado no conlleva directamente a cambios en el comportamiento y actitud de los individuos. Sin embargo, sí permite un primer acercamiento, en donde la comunicación pública de la ciencia, de acuerdo con Martín Bonfil (citado por Salazar, 2013), contribuye a una mejor apreciación pública de la ciencia, a una mejor comprensión pública de esta y, en el mejor de los casos, a la participación pública (involucramiento) en temas científicos y tecnológicos a través de la opinión y/o acción.

En ese sentido, esta investigación pretende obtener un panorama general sobre lo que se comunica sobre arrecifes coralinos en algunos medios de comunicación mexicanos, así como identificar el conocimiento y percepción que jóvenes y adultos mexicanos, con diferentes niveles educativos, tienen en torno a este tema. Esto con el fin de proponer algunas directrices

para el diseño de futuras estrategias de comunicación sobre el conocimiento científico existente sobre estos ecosistemas en México.

## **Objetivos**

### *General*

1. Desarrollar una propuesta que oriente futuras iniciativas de comunicación que permitan divulgar el conocimiento científico sobre arrecifes de coral entre el público no especializado.

### *Específicos*

1. Realizar una encuesta dirigida al público no especializado<sup>1</sup> y especializado<sup>2</sup> para conocer la información que tienen sobre los arrecifes de coral en México.
2. Identificar los vacíos de información que existe entre los públicos interesados en temas relacionados con el conocimiento científico sobre arrecifes de coral.
3. Proponer futuras directrices para la comunicación de los arrecifes coralinos en México.

---

<sup>1</sup> Encuestados con algún nivel de educación básica, media superior y/o superior no científica o superior científica que no se dedican al estudio de arrecifes de coral.

<sup>2</sup> Encuestados de nivel superior que forman parte de la Sociedad Mexicana de Arrecifes Coralinos y que se dedican activamente al estudio de estos ecosistemas.



## 1.1. Comunicación pública de la ciencia

Para entender lo qué es la comunicación de la ciencia es necesario llegar a un acuerdo sobre el significado de algunos términos fundamentales, los cuales intentaré aclarar a continuación.

### Ciencia

En la actualidad la ciencia es un campo extenso y altamente especializado. Sin embargo, a *grosso modo* podemos entenderla como:

*“... el quehacer crítico no dogmático, que somete todos sus supuestos a ensayo y crítica” (Wartofsky citado por Tamayo, 2004), por lo tanto, “la ciencia busca establecer las relaciones existente entre diversos hechos, e interconectarlas entre sí a fin de lograr conexiones lógicas que permitan presentar postulados o axiomas en los distintos niveles de conocimiento; a partir de la sistematización que logra mediante la utilización de la investigación y el método científico, determina la objetividad de las relaciones que establece entre los hechos y fenómenos de que se ocupa” (Tamayo, 2004).*

Ana [María Sánchez Mora \(1998\)](#), señala que la ciencia es *“una creación humana que desempeña un papel indiscutible en el proceso de civilización; es una actividad intelectual cuyos resultados repercuten en el proceso de la civilización. La ciencia es parte de la cultura”*.

Nadie pone en entredicho que la ciencia es una actividad muy importante y que compete a toda la sociedad, ya que históricamente ha tenido un rol imprescindible en el desarrollo de las sociedades. Sin embargo, a finales del siglo XIX, la ciencia adquirió un gran campo de especialización que resultó en la reducción de su dominio entre el público, esto debido a la dificultad de comprender el lenguaje especializado desarrollado a partir de las investigaciones en diferentes campos del conocimiento ([Sánchez Mora, 1998](#)).

Actualmente se reconoce cada vez más que el público, no especializado y especializado, entiende y se interesa cada vez menos sobre temas de ciencia. Entre los principales factores que originan este fenómeno, podemos destacar la sobre-especialización que se ha desarrollado en el campo científico-tecnológico, el creciente escepticismo científico debido a ideologías políticas, religiosas y morales ([Dresser, 2018](#)), la sobreabundancia de contenidos con calidad desigual y el crecimiento de contenidos pseudocientíficos y fake news ([Salazar, 2013](#)). Esto conlleva a rezagos

en el desarrollo científico, tecnológico y de innovación (CTI) de un país, y por ende a retrasos en el desarrollo económico y social del mismo.

En el caso particular de México, la inserción de la ciencia en la cultura cotidiana resulta indispensable, sobre todo en un contexto de crisis económica por el cual atraviesa el país. Esta crisis se ha reflejado en la reducción de los recursos destinados a investigación y educación, así como en muchos otros sectores. Para ejemplificar, el presupuesto asignado a CONACyT en el año 2017 tuvo una reducción de 24.1% en términos reales, respecto a lo asignado en 2016. Mientras que para el 2018 el presupuesto descendió 3.2% respecto al año 2017 (INCyTU, 2018).

De acuerdo a estadísticas publicadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), México destina únicamente el 0.5% de su Producto Interno Bruto (PIB) a las áreas de investigación y desarrollo. En contraste con otros países de América Latina y el resto del mundo que destinan entre el 1% y 4% de su PIB a estas áreas (e.g. Corea 4.3%, Israele 4.2%, Alemania 2.9%, Estados Unidos 2.7%, Brasil 1.3%)<sup>3</sup>

El combatir la apatía, miedo o desconfianza que el público tiene acerca de la ciencia o el desmitificar la ciencia, es sumamente importante para incrementar la generación de conocimiento científico, tecnológico y de innovación en el país. Se ha reconocido ampliamente que estos ámbitos impulsan el progreso social, cultural y económico en países más desarrollados, en donde las naciones que han invertido recursos humanos y financieros en educación y CTI han alcanzado mejores niveles de bienestar y justicia social (Navarro, 2013; UNAM, 2018). Esto resulta relevante en un contexto de rezago en innovación científica y tecnológica como el que sufre México, rezago que también ha generado retrasos en el desarrollo económico y social del país (Aldana, 2012).

## Comunicación

Para entender la complejidad existente en el quehacer de la comunicación de la ciencia, es necesario entender el proceso básico por el cual se produce la comunicación, por lo que podemos definirla, de manera sencilla, como “*el proceso de transmisión de información entre una persona y otra, a través de un sistema de señales en común*” (Keyton, 2010).

---

<sup>3</sup> Las estadísticas de inversión en Investigación y Desarrollo proporcionadas por la UNESCO se encuentran [AQUÍ]-

En las definiciones se pueden resaltar dos componentes en común: el emisor y el receptor. El primero se refiere a la persona que dará a conocer una idea, la cual estará codificada a través de palabras, símbolos o gestos que compondrán el mensaje. Este mensaje es transmitido a través de un canal hasta el receptor, quien decodificará el mensaje.

En todo proceso de comunicación existe *ruido*, esto es cualquier elemento que pueda distorsionar el mensaje (e.g. barreras de lenguaje, interrupciones, emociones, actitudes, diferentes percepciones de un mismo mensaje, semántica, ortografía defectuosa, etcétera).

Este *ruido* supone una barrera para la comunicación, ya que los individuos poseen diferentes filtros que decodifican el mensaje. Estos filtros se basan en percepciones, valores, necesidades y expectativas de cada individuo, por lo que una comunicación efectiva requiere de un proceso de dos direcciones, en donde los emisores y receptores desarrollen diferentes habilidades comunicativas (e.g. expresiones faciales, movimientos, lenguaje corporal, vocalización, saber escuchar, elaborar discursos coherentes y cohesivos) (Salellas, 2010). Algunos autores también agregan otro componente llamado “retroalimentación”, esto ocurre cuando el receptor le responde al emisor (Lunenburg, 2010).

Es importante mencionar que se han desarrollado múltiples modelos que permiten simplificar el complejo proceso de la comunicación, desde procesos lineales, en los que se transfiere información de un remitente a un receptor, hasta modelos de difusión, en los cuales la información se dispersa de manera amplia.

## **Comunicación de la ciencia**

Ahora, es indispensable comprender las dinámicas y conceptos que enmarcan este quehacer, comprender en qué consiste. Aún existe debate en cuanto a la conceptualización de lo que es o lo que no es la comunicación de la ciencia, ya que es un quehacer que hace uso de múltiples mecanismos y recursos, sin mencionar que las bases conceptuales que utilizan los diferentes autores pueden variar.

Luis Estrada (1981), menciona que la comunicación de la ciencia es la codificación y reinterpretación del conocimiento científico, de tal forma que pueda ser comprendida y difundida hacia un público no especializado de forma clara y precisa.

Para [Ana María Sánchez Mora \(2002\)](#), es *“una labor multidisciplinaria cuyo objetivo es comunicar, utilizando una diversidad de medios, el conocimiento científico a distintos públicos voluntarios, recreando ese conocimiento con fidelidad y contextualizándolo para hacerlo accesible”*.

[Carlos López Beltrán \(1983\)](#) hace énfasis en que la comunicación de la ciencia transmite información a públicos no especializados fuera de la educación formal, ya que mientras en la educación formal se busca que el alumno aprenda y sea examinado para corroborar el aprendizaje, la comunicación de la ciencia busca atrapar al público e interesarlo en el tema, para ello la creatividad es un elemento sumamente importante.

Para [Manuel Calvo \(2003\)](#), es *“todo tipo de actividades de ampliación y actualización del conocimiento, con una sola condición: que sean tareas extraescolares, que se encuentren fuera de la enseñanza académica y reglada... ésta acción nace en el momento en que la comunicación de un hecho científico deja de estar reservada exclusivamente a los miembros de la comunidad investigadora o a las minorías que dominan el poder, la cultura o la economía”*.

Al comunicar un tema científico *“no se busca que el público lo domine como lo hace el especialista, sino que adquiera una idea clara de lo que se trata, cuidando el no deformar el conocimiento científico... lo que se pretende con ésta labor es poner en manos del público la misma ciencia que manejan los científicos, aunque no con la misma precisión ni con los mismos detalles”* ([Rivera-Tapia, 2002](#)), de tal forma que el público sea más crítico, independiente, informado y responsable en la toma de decisiones y que le permita comprender más y mejor diversos problemas a los que nos enfrentamos en la vida cotidiana.

Dentro de la comunicación de la ciencia existen diversos modelos que intentan explicar cómo se da este proceso, desde procesos simplistas y reduccionistas como el modelo de déficit, hasta modelos contextuales que reconocen el conocimiento de diversas audiencias ([Tabla 1](#)). Actualmente se reconoce la necesidad de alejarse del modelo tradicional de déficit, donde los científicos “depositaban” todo su conocimiento a una audiencia no especializada que acepta y aplaude dicho conocimiento ([Clarke, 2003](#)). La investigación empírica ha demostrado que la comunicación de la ciencia es más compleja de lo que el modelo de déficit sugiere, por lo cual han surgido nuevos modelos que fomentan procesos de diálogo entre especialistas y no especialistas ([Simis, et al., 2016](#)).

**Tabla 1.** Modelos en la comunicación de la ciencia. **Fuente:** Adaptado por Bendelli, A. (2016). JCOM Masterclass. SISSA, Italia.

<b>Características</b>	<b>Déficit</b>	<b>Dialogo</b>	<b>Participación</b>
<b>Enfoque principal</b>	Ignorancia pública y educación técnica.	Diálogo, compromiso, transparencia y confianza.	Dirección, calidad y necesidad de cambios sociotécnicos.
<b>Cuestiones clave</b>	Comunicación de la ciencia, informar el debate, aclarar los hechos.	Re-establecer la confianza del público, construir consensos, propicia el debate, abordar la incertidumbre.	Poner la ciencia y la tecnología en un contexto cultural más amplio, promover la reflexión y el análisis crítico.
<b>Estilo de comunicación</b>	Unidireccional, “top-down”.	Bidireccional, “bottom-up”.	Múltiples tomadores de decisiones y enfoques.
<b>Modelo de gobernanza científica</b>	Dirigido por la ciencia, “ciencia” y “política” como elementos separados.	Transparente, receptivo a la opinión pública, responsable.	Abierto a definiciones de problemas controvertidos, más allá del gobierno, incorpora preocupaciones y prioridades sociales.
<b>Retos sociotécnicos</b>	Mantener la racionalidad, fomentar el progreso científico y la independencia de los expertos.	Establecer un amplio consenso social.	Ver la heterogeneidad, la condicionalidad y los desacuerdos como un recurso social.
<b>Perspectiva general</b>	Enfocada en la ciencia.	Enfocado en la comunicación y compromiso.	Enfocado en la cultura científica y política.
<b>Énfasis</b>	Contenido.	Contexto.	Contenido y Contexto.
<b>Objetivo</b>	Transferir el conocimiento.	Discutir las implicaciones de la investigación.	Establecer los objetivos, formar la agenda de investigación.
<b>Contexto ideológico</b>	Cientifisismo, tecnocracia, retórica del conocimiento económica.	Responsabilidad social; cultura.	Ciencia cívica; democracia.

Todos estos modelos, de una u otra forma, buscan fomentar el desarrollo de ciudadanos más informados y críticos en la toma de decisiones y permiten desechar ciertas prácticas que pueden ser contraproducentes para el bienestar humano y/o ambiental. Solo por mencionar un ejemplo, se ha argumentado el beneficio de presentar enfermedades inmunoprevenibles sin productos *antinaturales*, tóxicos o agresivos, bajo la idea de que los programas de vacunación están motivados por intereses comerciales y no por el bien común. Estos mismos argumentan que la vacunación es innecesaria si se dan las condiciones higiénico-sanitarias adecuadas, lo

cual no ha sido demostrado. Estas ideas son de base pseudocientífica y puede traer consecuencias graves en la salud humana (Martínez-Diz, *et al.*, 2013). Otro ejemplo concreto son los argumentos *negacionistas* que cuestionan el cambio climático y su origen antropogénico en base a intereses espurios, estas ideas conllevan a una resistencia para la implementación de políticas y acciones que mitiguen el cambio climático y sus efectos (González y Meira, 2009).

En este sentido, la comunicación de la ciencia busca, entre sus múltiples propósitos, generar un proceso de apropiación social de la ciencia que permita erradicar mitos y propiciar una relación más humana con el científico, desarrollando la capacidad de observación y la claridad del pensamiento al estimular la creatividad y la curiosidad (Rivaud, 2002).

Esto no sólo beneficia al público en general, sino a los propios científicos e investigadores que generan el conocimiento científico, al demostrar el alcance y el potencial educativo que estas investigaciones tienen pueden llamar la atención de diferentes fundaciones y agencias interesadas en financiar proyectos de investigación científica, sobre todo si tienen conexiones políticas y/o sociales (Gorud-Colvert, *et al.*, 2010). Además, la comunicación pública de la ciencia permite despertar vocaciones científicas en niños y jóvenes, despertar el interés por el conocimiento científico de forma recreativa, hasta la construcción de una cultura científica entre el público en general (Rivaud, 2002).

Para lograr tales objetivos, el proceso de comunicación debe ser efectivo, es por esto que la comunicación de la ciencia que solo piensa en el mensaje, y no en la audiencia a la que va dirigido, posiblemente fracasará (Stocklmayer, 2001). Es aquí donde la presentación del mensaje que se quiere comunicar es sumamente importante, así como el contexto en el que se desarrolla esa audiencia, de esto dependerán las técnicas y métodos que se utilicen para hacer llegar la información de forma efectiva.

El hecho de hacer la ciencia “ligera” o “divertida” también supone un reto, y no por el lado de la creatividad, sino porque al presentar la ciencia como una actividad sencilla pueden crearse falsas expectativas sobre el quehacer científico. Esta noción puede derivar en una imagen distorsionada de la misma, en la que se dé por sentado que no representa ninguna dificultad, dedicación o reto en su quehacer, lo cual puede atraer al público hacia la ciencia por razones equivocadas (Dawkins, 1998).

El conocer los diferentes retos a los que se enfrenta la comunicación de la ciencia en nuestro país, es el primer paso para generar soluciones adecuadas y contextualizadas. La solución de estas problemáticas no es un deber que únicamente recae en los comunicadores o investigadores, sino en toda la sociedad en su conjunto.

Este quehacer involucra un verdadero compromiso para quienes deciden llevarla a cabo, desde el contextualizar la información científica de forma comprensible y atractiva, hasta conservar el rigor, integridad, objetividad y precisión del conocimiento científico que se quiere comunicar. Se debe tener la capacidad de comprender a fondo los temas que quieren comunicar, la creatividad para hacer llegar el mensaje, el dominio del lenguaje y los recursos para expresar con claridad los conceptos científicos que se comunicarán, con el fin de crear puentes entre el lenguaje científico y el lenguaje “popular”.

## **1.2. La urgencia de comunicar las ciencias marinas**

Los efectos de las actividades humanas sobre los ecosistemas marinos han incrementado la necesidad de generar un cambio importante en la forma en que los recursos marinos y costeros son utilizados por las poblaciones humanas (Jefferson, *et al.*, 2014). Diversas investigaciones sugieren que las personas que perciben un mayor grado de conexión, entre ellos y la naturaleza, son más propensos a participar en actividades de conservación (Schultz, 2001, Schultz, 2011; Gosling y Williams, 2010), por lo que involucrar y promover cambios de comportamiento en la sociedad es fundamental para reforzar la conservación de los ecosistemas marinos.

Actualmente un gran número de gestores, tomadores de decisiones y ciudadanos, comienzan a darse cuenta de que el antiguo paradigma en el que los recursos oceánicos son ilimitados está lejos de ser una realidad (Grorud-Colvert, *et al.*, 2010). Ante este panorama diversos autores se han dado a la tarea de examinar el conocimiento, valores, percepciones e intereses que diferentes audiencias alrededor del mundo tienen respecto a los mismos.

Este enfoque de análisis inició en 1997 con la publicación *Review and comment: U.S. public attitude toward marine environmental issues* de Vikki Spruill. El autor reportó los resultados de una encuesta nacional entre ciudadanos estadounidenses, con una muestra de 900 adultos, de los cuales 400 eran residentes de comunidades costeras. Los resultados demostraron, que, a pesar de que los océanos no eran una prioridad para ellos, reconocían la importancia de

mantener la salud de estos, sin mencionar que expresaron tener un sentido de responsabilidad para protegerlos.

The Ocean Project condujo una encuesta nacional con el fin de identificar el nivel de alfabetización de los ciudadanos estadounidenses respecto a temas oceánicos. Los resultados revelaron que la ciudadanía no percibía la salud de los océanos como un tema urgente que atender y conocía muy poco respecto al estado en el que se encontraban los ecosistemas marinos ([The Ocean Project, 1999](#)). Nueve años más tarde se realizó una encuesta de seguimiento en donde se obtuvieron resultados muy similares. El 35% de la muestra para esta encuesta no pudo identificar una sola problemática relacionada con los ecosistemas marinos ([The Ocean Project, 2009](#)).

Resultados similares fueron reportados por [The Coral Reef Foundation and SeaWeb \(2002\)](#) y por la [Asociación Americana para el Avance de la Ciencia \(2004\)](#). En ambos casos los encuestados expresaron algún grado de preocupación por el estado actual de los arrecifes coralinos, y en general de los ecosistemas marinos y costeros. Sin embargo se observaron bajos niveles de conocimiento respecto a conceptos y procesos relacionados con estos ecosistemas.

[Steel, et al., \(2005\)](#), investigaron los niveles actuales de conocimiento e información que tiene el público estadounidense sobre los océanos, con una muestra nacional de 1,233 ciudadanos. Los resultados dieron cuenta que el público no está bien versado en términos medioambientales sobre cuestiones oceánicas (e.g. cambio climático, biodiversidad marina, fenómenos oceánicos, pesquerías, sobrexplotación de recursos oceánicos, etc.). Sin embargo, pudieron observar que había una mayor conciencia de las cuestiones oceánicas entre aquellos encuestados que visitaban y/o hacían uso de los ecosistemas costeros, que entre aquellos que no habían tenido alguna experiencia relacionada con estos mismos.

[Fletcher, et al., \(2009\)](#), llevaron a cabo una encuesta en Reino Unido con el fin de conocer la percepción pública que los ciudadanos tienen sobre los problemas ambientales a los que se enfrentan los ecosistemas marinos. Los resultados revelaron que existe un gran interés por parte de los encuestados por conocer más sobre los mismos.

Plankis y Marrero (2010) evaluaron la alfabetización oceánica<sup>4</sup> que tienen los estudiantes de nivel K-12 en los Estados Unidos. Los autores llegaron a la conclusión de que los estudiantes participantes tenían bajos niveles de alfabetización oceánica. Resultados similares fueron reportados por Guest, *et al.*, (2015), quienes evaluaron a 723 estudiantes de Nueva Escocia, Canadá. En este estudio los bajos niveles de alfabetización eran más evidentes cuando se abordaron temas oceánicos relacionados con la química y física.

En el 2014, Hynes *et al.*, evaluaron los valores, preocupaciones y preferencias de los encuestados respecto a los ecosistemas marinos irlandeses. Los resultados demuestran un nivel razonable de conocimiento acerca de las principales amenazas a las que se enfrentan. Sin embargo, los encuestados se encontraban escépticos sobre la habilidad y capacidad de los gobiernos locales y nacionales para gestionar los ecosistemas marinos de su país. Por otro lado, los encuestados consideraron que los científicos marinos son los más competentes para gestionar estas áreas.

Corner *et al.*, (2014), evaluaron el conocimiento que 2,500 participantes británicos tenían acerca de la acidificación oceánica. Los resultados demuestran que sólo 1 de cada 5 encuestados habían escuchado el término. Por otro lado también fue evidente que los encuestados tenían un alto nivel de confianza en los científicos (68%) y grupos ambientalistas (40%) para obtener información verídica respecto a la acidificación de los océanos.

Jacobs *et al.*, (2015), realizaron una encuesta en cinco países europeos (Bélgica, Irlanda, Italia, España y Portugal), con la finalidad de evaluar el conocimiento que los encuestados (n=2,824) tenían respecto a la contaminación de los océanos. Los resultados revelaron que los participantes estaban preocupados sobre los problemas ambientales a los que se enfrentan los ecosistemas marinos, sin embargo, no creían ser capaces de lograr una diferencia a la hora de atacar estos problemas.

Con el fin de entender los factores sociales que influyen la creación de reservas marinas en Nueva Zelanda, se llevaron a cabo dos encuestas públicas sobre la protección de los ecosistemas marinos, en 2005 y 2011 (Eddy, 2014). El estudio demostró que el público no está bien informado respecto a la cantidad de reservas marinas existentes en Nueva Zelanda, ya que

---

<sup>4</sup> Término usado para describir el nivel de conocimiento de un individuo o grupo respecto al conocimiento científico sobre los ecosistemas marinos.

los encuestados mencionaron que alrededor del 31% de los ecosistemas marinos en el territorio se encontraba bajo protección, cuando en realidad para el año 2011 solo el 0.3% se encontraban bajo protección.

[Young y Temperton \(2007\)](#), evaluaron la percepción que los encuestados australianos tienen respecto a la Gran Barrera de Coral (GBC). Más de la mitad de los grupos encuestados consideraron que la GBC está bajo amenaza y consideran que estas amenazas están en aumento. A pesar de estar conscientes del deterioro de la barrera, los encuestados (>50%) no consideran que sus actividades diarias dentro del hogar y trabajo tengan impacto alguno en la GBC. El estudio también demostró que los encuestados no estaban informados respecto a las organizaciones dedicadas a gestionar la GBC.

Más recientemente, [Made y Herdi \(2016\)](#), evaluaron la percepción pública respecto a los arrecifes de coral en la Isla Saugi en South Sulawesi. Los resultados mostraron que más de mitad de los encuestados (79%) consideraron importante y/o muy importante conservarlos y tienen una percepción positiva en cuanto a la existencia de los mismos.

Si bien estas investigaciones se llevaron a cabo en diferentes poblaciones, los resultados sugieren que el público posee un nivel bajo de alfabetización oceánica, lo que enfatiza la necesidad de incrementar los esfuerzos por comunicar el conocimiento, importancia y estado actual de los ecosistemas marinos. A pesar de ello, fue evidente que el público está interesado en conocer más sobre el tema.

Bajo estas circunstancias surge, en el 2014, la primera Conferencia Internacional sobre Comunicación de las Ciencias Marinas (IMSCC por sus siglas en inglés) en Porto, Portugal. Este es un encuentro interdisciplinar e internacional entre científicos y comunicadores de las ciencias marinas, cuyo fin es encontrar herramientas y pautas para la comunicación efectiva de las ciencias marinas entre el público ([CIIMAR, 2014](#)). El encuentro fue organizado por el Centro Interdisciplinario de Investigación Marítima y Ambiental (CIIMAR), y contó un público de 118 participantes provenientes de 17 países, casi todos de Europa.

Debido al éxito obtenido, en el 2016 se llevó a cabo una segunda edición de esta conferencia, en Brujas, Bélgica, con la finalidad de enfatizar la creciente necesidad de comunicar el conocimiento alrededor de los océanos de manera innovadora, creativa e inclusiva

con la sociedad y los tomadores de decisiones, todo esto bajo el enfoque de la *alfabetización oceánica*<sup>5</sup> (Flander Marine Institute, 2016).

Este tipo de estudios e iniciativas representan los esfuerzos de múltiples actores por generar información actual sobre el conocimiento y percepciones que el público posee sobre los ecosistemas marinos. Estos permiten sentar las bases para la creación de nuevos espacios y herramientas que ayuden a comunicar las ciencias marinas de manera efectiva entre el público en general. Sin embargo, y a pesar de la evidente necesidad de generar este tipo de información, en México los proyectos enfocados en investigar el conocimiento, percepciones, valores y actitudes que los mexicanos tienen respecto a los ecosistemas marinos son escasos, y lo son aún más aquellos enfocados en arrecifes coralinos.

---

<sup>5</sup> Enfoque que surge en Estados Unidos a principios del año 2000, cuyo objetivo es fomentar la creación de una sociedad más versada en temas oceánicos (Schoedinger, 2010).



CAPÍTULO II  
Arrecifes de coral

## 2.1. ¿Qué son y por qué son importantes?

Los organismos coralinos, llamados pólipos, son animales marinos multicelulares de la clase Anthozoa (*phylum cnidaria*) (Wagner *et al.*, 2012). Estos tienen una figura de cilindro elongado, con un extremo aboral que se encuentra fijo al sustrato y uno oral con tentáculos (Torruco y González, 2010).

Los pólipos son organismos coloniales y viven en simbiosis con dinoflagelados conocidos como zooxantelas, (Hernández *et al.*, 2010) las cuales le proporcionan al pólipo azúcares, glicerina y aminoácidos a cambio de dióxido de carbono, nitrógeno y fosfatos (Torruco y González, 2010).

Se distribuyen preferentemente en regiones tropicales y subtropicales con aguas claras, someras y con pocas variaciones térmicas en la superficie del mar, ya que requieren de parámetros abióticos (e.g. temperatura y salinidad) estrictos para su crecimiento y supervivencia (Hernández, *et al.*, 2010).

A una colonia de pólipos se le denomina coral, polípero o carallum (Torruco y González, 2010), y son estructuras esqueléticas calcáreas que pueden llegar a formar arrecifes coralinos, los cuales son uno de los ecosistemas más antiguos, diversos y productivos del planeta. Su formación se debe al crecimiento, muerte y remplazo de estas estructuras calcáreas, así como de otros organismos que secretan calcio, de tal manera que los minerales producidos se compactan y solidifican a través de los años (Buddemeier *et al.*, 2004).

Estos proveen una gran diversidad de bienes y servicios para los seres humanos, sin mencionar que tienen un valor biológico y ecológico. Se estima que aproximadamente el 10% de la población mundial depende de forma directa o indirecta de estos sitios (Wilkinson, 2008; Osinga, *et al.*, 2011). La derrama económica de los bienes y servicios que proveen los arrecifes de coral asciende a los 375 mil millones de dólares anuales a nivel mundial (Bryant, *et al.*, 1998; NOAA, 2013).

La pesca es una de las actividades con mayor impacto que se obtiene de los arrecifes, ya que además de proveer una fuente de proteínas para millones de personas, proveen empleo de forma directa e indirecta en el procesamiento, empaqueo, distribución y otros servicios derivados de la pesca (Burke, *et al.*, 2011). Por mencionar algunas cifras, a nivel mundial, las

pesquerías de los arrecifes de coral se han valorado en los 6.8 mil millones de dólares por año (Burke, *et al.*, 2011).

El sector turístico también se ve fuertemente beneficiado por estos ecosistemas, ya que debido a su gran belleza y colorido, son un destino muy atractivo (Reyes-Bonilla, *et al.*, 2014). Para ejemplificar, en el año 2011 se estimó que la derrama económica, en el Parque Marino Nacional Cabo Pulmo (en donde el arrecife coralino cubre una superficie de tan sólo 2.2 Km<sup>2</sup>), fue de 1.1 millones de dólares anuales, únicamente por los servicios de secuestro de carbono, exportación de biomasa pesquera y turismo (Reyes-Bonilla, *et al.*, 2014).

Robles-Zavala, *et al.*, (2015), estimaron que el valor de uso recreacional de tres arrecifes en Bahías de Huatulco potencialmente podría alcanzar una cifra mayor a los dieciocho millones de pesos. Esto resalta la gran importancia que tienen estas zonas dentro de la economía de las comunidades que se encuentran cercanas a estos ecosistemas.

Por otro lado, la inspiración y admiración por los arrecifes de coral ha sido indiscutible durante miles de años. Algunas culturas prehispánicas, como la maya y la mexicana, estaban familiarizadas con estos sitios, ya que diversas especies de coral y de gasterópodos se utilizaban comúnmente como ofrendas en las ceremonias fúnebres (López y Polanco, 1991).

Los arrecifes de coral también han sido muy útiles en el desarrollo científico, ya que proporcionan recursos genéticos para la investigación médica y poseen un gran potencial en la industria farmacéutica. Los corales son organismos que han estado en la mira de esta industria, ya que secretan una gran variedad de productos químicos que producen para su autoprotección (Bryant, *et al.*, 1998), lo cual los posiciona como recursos sumamente importantes en el desarrollo de nuevas sustancias activas que permitan el tratamiento de ciertas enfermedades (Birkeland, 1997). Sin mencionar que su estructura y porosidad son muy similares a los huesos humanos, lo que ha permitido que los corales sean un recurso importante en la creación de injertos óseos (Birkeland, 1997).

También proveen servicios bióticos como son las áreas de desove, crianza, alimentación y reproducción de una amplia gama de organismos; así como servicios biogeoquímicos como la fijación de nitrógeno y los sumideros de dióxido de carbono (Moberg y Folke, 1999); y son indicadores en el monitoreo de contaminantes, ya que son ecosistemas sensibles que requieren

de condiciones específicas para poder sobrevivir; sus esqueletos actúan como registro químico de los niveles de metales en el océano a lo largo del tiempo (Howard y Brown, 1984).

Sin embargo, y a pesar de los múltiples bienes y servicios que proveen, los arrecifes de coral a nivel mundial están sometidos a una gran presión derivada de factores naturales y antropogénicos que han amenazado su existencia.

## **2.2. Estado actual de los arrecifes de coral en México**

Los arrecifes se enfrentan a una serie de factores de estrés, que han amenazado fuertemente sus comunidades a nivel mundial. En la última edición de *Status of Coral Reefs of the World*, (Wilkinson, 2008) se concluyó que el 19% de la superficie total de arrecifes de coral en el mundo se ha perdido; el 15% se encuentra en estado crítico; el 20% está bajo amenaza de pérdida en los próximos 20-40 años; y el 46% se encuentran en relativas buenas condiciones, pero bajo la posible sinergia de los impactos derivados del cambio climático.

Estos factores de estrés han excedido la capacidad que tienen los arrecifes de coral para regenerarse, causando cambios significativos e incluso devastadores dentro de los mismos.

### **2.2.1. Enfermedades coralinas**

Los corales, al igual que cualquier otro organismo, son susceptibles a diferentes enfermedades, y en México se ha registrado diversos eventos en los que las colonias coralinas han sido afectadas en mayor o menor medida por distintos patógenos. Estos patógenos pueden exacerbarse gracias a algunas actividades antropogénicas que propician procesos de eutroficación (Bruno, *et al.*, 2003).

Por ejemplo, en el Sistema Arrecifal Veracruzano, Carricart-Ganivet, *et al.*, (2011), observaron al menos siete enfermedades en el 85% de las 27 zonas arrecifales evaluadas, y a pesar de que no se profundiza en las causas que pueden estar originando el brote de estas enfermedades dentro de la zona, sí hace énfasis en que las condiciones ambientales que presenta el sitio tienen una gran influencia en la incidencia y prevalencia de estos patógenos.

En toda la región del Caribe se han documentado diversos patógenos como la enfermedad de la “banda blanca” que llevó a las poblaciones de corales cuerno de alce y cuerno de ciervo a un declive de más del 90% (Wilkinson *et al.*, 2009).

## 2.2.2. Sedimentación y eutroficación

En México, los estudios sobre el aporte de sedimentos y el enriquecimiento de nutrientes en comunidades coralinas son escasos, y no se han evaluado detalladamente los efectos que estos fenómenos podrían generar dentro de las comunidades coralinas en el país.

Torres-Alvarado y Calva-Benítez (2012) evaluaron la calidad de agua en ecosistemas coralinos en Mahahual, Quintana Roo. En donde se registraron niveles de amonio, nitratos y ortofatos superiores a los referidos para la supervivencia de los mismos. El estudio sugiere que las actividades turísticas que se dan en la zona propician la eutroficación, proceso que afecta negativamente a estos ecosistemas, y que podría ser uno de los factores que han propiciado el declive de las comunidades coralinas en la zona.

Granja-Fernández y López-Pérez (2008) evaluaron los niveles de sedimentación en seis comunidades arrecifales de Bahías de Huatulco. Los resultados muestran que dos zonas (Isla Montosa e Isla Calcuta) registraron altas tasas de sedimentación. Sin embargo, el estudio no cuenta con información respecto a las posibles afectaciones que los niveles de sedimentación registrados en los arrecifes de Bahías de Huatulco podrían tener sobre los mismos. A pesar de ello los autores resaltan que el efecto de la sedimentación natural, aunado a la sedimentación resultante de actividades antropogénicas, podría promover un cambio en las estructuras arrecifales de la bahía y, en el peor de los casos, llevaría a la pérdida de estas comunidades arrecifales.

Nava y Ramírez-Herrera (2012) compararon el impacto del cambio de uso de suelo sobre la cobertura coralina en cuatro comunidades costeras (rurales y suburbanas) en los estados de Michoacán y Guerrero (Isla Faro, El Zapote, Caleta de Chon y Playa Manzanillo). Los resultados arrojaron que no existen signos de eutrofización para las comunidades de Michoacán, lo que sugiere que las actividades antropogénicas no son la causa principal de la degradación de estos sitios. Sin embargo, se concluyó que la oscilación El Niño de 1997-1998 parece ser el factor principal en la degradación de estos. En contraste, las comunidades de coral en Guerrero mostraron una alta deposición de sedimentos (1.2 km/m) y un índice de mortalidad coralina de MI ~ 0.6, lo que confirma que los cambios de uso de suelo y la erosión costera están causando una degradación progresiva en estas comunidades.

Nava *et al.*, (2014) examinaron cinco arrecifes de coral (Zacatoso, Playa Las Gatas, Caleta de Chon, Playa Manzanillo y Playa Riscalillo) expuestos a diferentes tipos y niveles de impactos antropogénicos. Esto con el fin de analizar la riqueza de especies y la abundancia de esponjas del género *Clionata* asociadas con corales vivos en Zihuatanejo, Guerrero. Un aumento en la tasa de bioerosión por esponjas puede exceder la calcificación de corales por unidad de área, lo que potencialmente traería consigo serias consecuencias para los arrecifes coralinos. Los resultados demostraron que aquellos arrecifes más cercanos a las actividades humanas, que estaban degradados o moderadamente conservados, exhibieron los niveles más altos de abundancia de esponjas. En contraste, los sitios más alejados, que estaban moderadamente o altamente conservados, tenían conjuntos de esponjas menos desarrollados. Esto indica que las fuentes de nutrientes antropogénicas pueden tener influencia positiva en la abundancia de esponjas en los arrecifes de coral más cercanos a las poblaciones humanas.

### 2.2.3. Blanqueamiento de corales

Antes de 1930, el blanqueamiento coralino no era una amenaza significativa para los arrecifes de coral, sin embargo, en las últimas décadas el desarrollo de investigaciones y publicaciones sobre este fenómeno ha ganado interés, tanto así que existen libros dedicados exclusivamente a este problema<sup>6</sup>.

En la década de los ochentas se presentaron varios eventos masivos de blanqueamiento de corales a nivel mundial (ICRS, 1998; Hoegh-Guldberg, 1999; Wilkinson, 2008). Para los años ochenta y noventa, el blanqueamiento coralino se intensificó debido al cambio climático, el cual incrementó la frecuencia e intensidad de ciertos fenómenos climáticos (e.g. El Niño-Oscilación del Sur) que azotaron y provocaron fuertes estragos en algunas comunidades coralinas en el mundo (Wilkinson, 2008).

Cuando el coral se encuentra bajo condiciones de estrés, ya sean de origen natural o antropogénico, los corales suelen perder la relación simbiótica que tienen con las zooxantelas, lo que provoca una coloración blanca (Jones, 2008). Esto puede causar la degradación e incluso la muerte de las comunidades arrecifales a las que afecta, trayendo consigo una serie de consecuencias ecológicas (Bruno, *et al.*, 2003).

---

<sup>6</sup> E.g. Van Oppen, M. J. y Lough, J. M. (Eds.) (2018). *Coral bleaching: patterns, processes, causes and consequences*. Springer.

En la región del Pacífico mexicano y del Pacífico oriental ecuatorial, [Glynn \(1998\)](#) y [Guzmán, et al., \(1987\)](#) documentaron que El Niño-Oscilación del Sur (ENSO por sus siglas en inglés), registrado entre 1982 y 1983, provocó un blanqueamiento masivo en la zona (con una mortalidad mayor al 50%). [Glynn \(2000\)](#); [Carrquiry, et al., \(2001\)](#); y [Reyes-Bonilla, et al., \(2002\)](#) documentaron que en el período de 1997-1999, dentro del Parque Nacional Islas Marietas, ENSO ocasionó grandes tasas de mortalidad y blanqueamiento de corales de más del 90% en algunas zonas.

De acuerdo a [Hernández, et al., 2010](#), durante el 2008, en el sur del golfo de California la temperatura superficial del mar descendió hasta  $1.8^{\circ}\text{C}$  ( $17.5 \pm 0.32^{\circ}\text{C}$ ) por debajo del promedio de los últimos 25 años ( $19.3 \pm 0.9^{\circ}\text{C}$ ). Esto provocó el blanqueamiento de coral en algunas comunidades coralinas en la zona, como en La Paz, donde se detectó que el 90% de las colonias presentaban blanqueamiento. En Loreto la cifra ascendía al 99% de comunidades afectadas. Meses después estas comunidades presentaron una tasa de mortalidad del 20% y 96%, respectivamente. Esto indica que la disminución en la temperatura representa también un agente de perturbación muy importante para el equilibrio de estas comunidades.

En contraste, en el Caribe se estima que existe una pérdida por blanqueamiento de cobertura coralina de hasta el 80% ([Gardner, et al., 2003](#)). En la porción mexicana del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) algunas especies de coral han sufrido declives de hasta más del 90% debido a diversos factores naturales y antropogénicos ([Wilkinson et al., 2009](#)).

Este no ha sido el único evento climático que ha tenido repercusiones en los arrecifes de coral. En el 2005, con los huracanes Wilma y Emily, la cobertura coralina en Cozumel se redujo en más del 50% ([Wilkinson, 2008](#)).

Estos son algunos estudios de caso que han documentado una variedad de factores que amenazan a los arrecifes de coral en México, sin embargo, no son los únicos factores que los han degradado en el país. La sobrepesca, la introducción de especies exóticas e invasoras, el desarrollo costero, las prácticas irresponsables de turismo, los derrames de hidrocarburos, etcétera, son factores que contribuyen a la degradación de los mismos. A pesar de que los efectos de estos factores han sido estudiados ampliamente en otros países, en México no se ha profundizado mucho en el tema, aunque sí se sigue estudiando, investigando y evaluando el estado actual de los arrecifes de coral en el país.

### 2.3. Recuento de algunos esfuerzos multinacionales por proteger los arrecifes de coral

Debido a las múltiples amenazas a la que se enfrentan los arrecifes de coral, muchos esfuerzos locales, regionales e internacionales han surgido con la finalidad de proteger y conservar tan importantes ecosistemas.

Uno de los primeros esfuerzos internacionales para lograr este objetivo fue el de la Alianza Global Coral Reef<sup>7</sup> (GCRA, s.a.), organización sin fines de lucro dedicada a la investigación científica y la gestión sostenible de los arrecifes coralinos. La organización, fundada en 1990, cuenta con científicos, buzos, ambientalistas, organizaciones y voluntarios que se encuentran distribuidos alrededor del mundo y están comprometidos con la preservación de estos sitios (GCRA, s.a.).

En 1994 surge la Iniciativa Internacional de Arrecifes Coralinos (ICRI<sup>8</sup> por sus siglas en inglés), asociación que entre 37 naciones, sociedad civil y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, busca promover el uso sostenible y la conservación de los arrecifes de coral en el mundo (ICRI, s.a.). Actualmente cuenta con más de 60 miembros, entre los que se incluye México, a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

Más tarde, en 1996 surge la iniciativa Reef Check<sup>9</sup>, una fundación internacional que funciona como una red de voluntarios, agencias gubernamentales, negocios, universidades y centros de investigación de más de 90 países que buscan transmitir el valor de los ecosistemas arrecifales y la actual crisis que enfrentan, de tal forma que se puedan proponer soluciones y acciones locales y globales que permitan rehabilitar las zonas arrecifales del mundo.

En 1997, esta fundación condujo el primer monitoreo de la condición de los arrecifes de coral a nivel mundial. El estudio se realizó durante el periodo de 1997-2001 y se evaluaron más de 1,000 arrecifes en el mundo. Los resultados de este estudio fueron publicados en el reporte “The Global Coral Reef Crisis-Trends and Solutions”, y desde entonces se han publicado los reportes “Status of Coral Reefs of the World”, cuya finalidad es determinar el estado o condición

---

<sup>7</sup> Para consultar su sitio web [AQUÍ].

<sup>8</sup> Para consultar su sitio web [AQUÍ].

<sup>9</sup> Para consultar el sitio web de Reef Check [AQUÍ].

actual de los arrecifes coralinos en el mundo. Ese mismo año se designa el Año Internacional de los Arrecifes de Coral (IYOR por sus siglas en inglés), el cual surge con la finalidad de promover los objetivos planteados por la ICRI. La iniciativa contó con la participación de alrededor de 225 organizaciones en 50 países diferentes, quienes generaron más de 700 artículos científicos. Gracias a este éxito, y a la urgencia creciente de proteger los arrecifes de coral, la ICRI designa nuevamente el año 2008 como el Año Internacional de los Arrecifes de Coral (Staub y Chhay, 2008).

En el marco de esta celebración surgieron diferentes productos como la publicación del reporte “Status of Coral Reefs of the World”, en donde se incluye la opinión de más de 372 científicos sobre el estado actual de estos ecosistemas; un concurso de arte llamado “Project Aware Kids IYOR 2008”, en el que niños y niñas de entre 3 y 12 años promovían la protección de los arrecifes de coral a través de obras de arte y mensajes sobre conservación; la generación de videos educativos como “Blanqueamiento coralino: Resistencia y resiliencia”; y un sinnúmero de actividades y publicaciones alrededor del mundo con el fin de promover la conservación de los arrecifes coralinos (Staub y Chhay, 2008).

En 1998 se funda la Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente (AIDA)<sup>10</sup>, organización internacional de derecho ambiental, cuya misión es *“fortalecer la capacidad de las personas para garantizar su derecho individual y colectivo a un ambiente sano, a través del desarrollo, implementación y cumplimiento efectivo de normas nacionales e internacionales”* (AIDA, s.a.). Actualmente cuenta con la participación de diez organizaciones dedicadas al derecho ambiental y los derechos humanos. AIDA cuenta con un programa marino, informes y guías que buscan regular y proteger los arrecifes de coral (entre otros ecosistemas costeros y marinos). Esta asociación busca fortalecer la capacidad de los gobiernos y sociedad civil para crear e implementar medidas de protección, en términos legales, que garanticen la protección y conservación de estos sitios, de tal forma que los arrecifes de coral de América Latina estén legalmente protegidos.

Posteriormente, en el año 2000 surge, a raíz del llamado hecho por la iniciativa ICRI y en colaboración con otras organizaciones y el “Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente”, la “Red Internacional de Acción para los Arrecifes de Coral” (ICRAN). ICRAN es

---

<sup>10</sup> Para consultar el sitio web de AIDA [AQUÍ].

una alianza mundial que busca realizar un esfuerzo conjunto para mitigar la crisis ambiental actual a la que se enfrentan los arrecifes de coral, manteniendo su diversidad, salud y productividad.

La ICRAN<sup>11</sup> pretendía que durante un período de cuatro años (2001-2005), se estableciera una red mundial de sitios de demostración que sirvieran como modelo de gestión integrada de las zonas costeras y de las áreas marinas protegidas. La iniciativa no sólo contaba con las acciones de gestión dentro de los sitios de demostración, sino con actividades de comunicación y de concientización a nivel mundial, así como de actividades de evaluación y de difusión de información. Las actividades bajo esta iniciativa concluyeron en el 2012 y muchos de los logros de la ICRAN se encuentran documentados en su página oficial, a pesar de que ya no se le da mantenimiento ni seguimiento a dicha plataforma.

En el caso particular de México, el Acuario de Veracruz<sup>12</sup>, en colaboración con la organización Oceanus<sup>13</sup>, desde el 2009 han llevado a cabo un proyecto de restauración de corales, con la finalidad de rehabilitar las zonas de crecimiento de coral que han sido dañadas dentro del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV).

Por otro lado, investigadores del Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) y de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), han trabajado en el desarrollo de biotecnología para el cultivo de coral, con el fin de rehabilitar los arrecifes en el Caribe mexicano (DGCS, 2005).

También existen organizaciones como SECORE<sup>14</sup> (Sexual Coral Reproduction), la cual es una red global de científicos, profesionales de acuarios públicos y actores locales que buscan proteger y restaurar los arrecifes de coral. Ésta participa en conjunto con la UNAM, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), el Acuario Shedd, el Ecoparque Xcaret y otras organizaciones y universidades, en el programa de conservación y restauración de arrecifes de coral en Puerto Morelos.

---

<sup>11</sup> Para consultar el sitio web de ICRAN [AQUÍ].

<sup>12</sup> Para consultar el sitio web del Acuario [AQUÍ].

<sup>13</sup> Para consultar el sitio web de Oceanus [AQUÍ].

<sup>14</sup> Para consultar el sitio web de SECORE [AQUÍ].

Wild Coast o Costa Salvaje<sup>15</sup>, es una organización internacional que busca conservar los ecosistemas costeros y marinos. La organización cuenta con diversos programas como el que se desarrolla en el Parque Nacional Cabo Pulmo (PNCP), cuyo objetivo es promover la conservación de los arrecifes de coral entre los residentes, visitantes, proveedores de turismo y agencias gubernamentales de la zona. Wild Coast ha realizado monitoreos en los arrecifes coralinos del PNCP en colaboración con la CONANP, Sociedad de Historia Natural Niparáj y la Universidad Autónoma de Baja California. Asimismo, han firmado acuerdos con otras seis Áreas Naturales Protegidas, en el Golfo de California y el Pacífico Mexicano, para estandarizar los protocolos de monitoreo de arrecifes de coral en esta región; ha organizado limpiezas locales de la playa con el público voluntario; ha generado productos de divulgación sobre los servicios que brindan las comunidades coralinas y ha llevado a cabo campañas mediáticas para impedir el desarrollo de megaproyectos que ponen en riesgo a estas comunidades en la región.

Por otra parte, en México se han formado asociaciones de científicos y estudiantes que se dedican a entender los diferentes organismos y procesos que suceden dentro de estos ecosistemas, tal es el caso de la Sociedad Mexicana de Arrecifes Coralinos (SOMAC)<sup>16</sup>. El objetivo de esta sociedad no sólo es promover e impulsar la investigación y estudio de estos sitios en el país, sino difundir sus resultados entre investigadores, estudiantes y público en general.

A pesar de que México no cuenta con una legislación específica para la conservación de los arrecifes de coral, sí cuenta con diferentes instrumentos de planeación como ordenamientos ecológicos, regiones marinas prioritarias<sup>17</sup>, evaluaciones de impacto ambiental, planes de manejo y ordenamientos pesqueros, que buscan mitigar los efectos negativos de las actividades antropogénicas, sin mencionar que ha firmado diferentes tratados internacionales en los que se compromete a generar acciones para proteger estos sistemas (AIDA, 2005).

Entre estos tratados está la “Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar” que busca generar acciones preventivas que protejan a los ecosistemas poco abundantes y frágiles, así como el hábitat de especies marinas en peligro (ONU, 1982); La “Convención sobre

---

<sup>15</sup> Para consultar el sitio web de Costa Salvaje [AQUÍ].

<sup>16</sup> Para consultar el sitio web de la SOMAC [AQUÍ].

<sup>17</sup> Existen poco más de 60 zonas declaradas como Regiones Marinas Prioritarias, de las cuales 20 cuentan con arrecifes coralinos y rocosos. Éstas pueden ser consultadas [AQUÍ].

Humedales de Importancia Internacional”, en donde se hace énfasis en que los arrecifes de coral deben ser catalogados como sitios Ramsar<sup>18</sup> y deben estar sujetos a protección ([Secretaría de la Convención de Ramsar, 2016](#)); La “Convención de la Diversidad Biológica”, en la que se desarrolla el “Plan de Trabajo sobre el Blanqueamiento de Corales”, cuyo principal objetivo es identificar las áreas prioritarias para la conservación de los arrecifes de coral y reducir los factores de estrés que los amenazan ([Lorente, et al., 2004](#)); El “Convenio para la Protección del Medio Marino de la Región del Gran Caribe”, que busca, entre sus múltiples objetivos, “*proteger y preservar (...) los ecosistemas raros o vulnerables, así como el hábitat de las especies y otras formas de vida marina diezmadas, amenazadas o en peligro de extinción*” ([PNUMA, 2006](#)); La “Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural” de las Naciones Unidas, que busca preservar los sitios con valor excepcional desde un punto de vista histórico, artístico, estético y/o científico ([UNESCO, 1972](#)); y El “Código de Conducta para la Pesca Responsable” de la Organización de las Naciones para la Agricultura, la Pesca y la Alimentación, en el que se menciona que todos los hábitats críticos para la pesca deben ser protegidos y restaurados en medida de lo posible y cuando sea necesario ([FAO, 1995](#)).

---

<sup>18</sup> Los sitios Ramsar son espacios determinantes en el funcionamiento de los ecosistemas y donde se concentra una gran cantidad de biodiversidad. Estos sitios son parte de un tratado intergubernamental internacional que sirve de marco para las acciones nacionales y de cooperación entre naciones para conservar y hacer uso racional de los humedales y sus recursos.



CAPÍTULO III  
Comunicar para  
conservar los  
arrecifes de  
coral

A raíz de la crisis ambiental a la que se enfrentan los arrecifes coralinos en el mundo, se hizo evidente la necesidad de comunicar la información científica desarrollada en torno a los mismos. Ante este panorama, diferentes universidades, centros de investigación, organizaciones e instituciones civiles y gubernamentales, han realizado un esfuerzo por informar y concientizar a la población sobre los beneficios y vulnerabilidad de los arrecifes de coral.

Al nivel internacional la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés), es una agencia científica del Departamento de Comercio de los Estados Unidos, que genera de manera continua investigaciones y productos de difusión y divulgación sobre los arrecifes de coral. Entre estos productos se pueden encontrar una gran variedad de informes, videos, imágenes (disponibles en su foto galería dentro de la colección “The Coral Kingdom”), artículos, bases de datos, manuales, carteles, infografías y libros en los que se abordan una gran variedad de temas relacionados con estos sitios<sup>19</sup>.

Además, esta agencia cuenta, desde el 2013, con el podcast “The NOAA Ocean Podcast”<sup>20</sup>, en el que se presentan especialistas en diferentes disciplinas científicas para discutir una gran variedad de temas relacionados con los corales y las costas. Los podcast abordan temas como el blanqueamiento coralino, el cambio climático, el estado actual de los arrecifes de coral en el mundo, los factores de estrés a los que se enfrentan, la interconexión entre los seres humanos y estos sitios, entre otros. Estos están dividido en tres series: “Diving Deep”, “Making waver” y “Ocean shorts”, y actualmente se encuentran disponibles en línea alrededor de 100 episodios.

NOAA también desarrolló la iniciativa “Ocean today”<sup>21</sup>, la cual es una experiencia dinámica, que cuenta con una serie de kioskos en los que se proyectan una gran variedad de videos sobre la vida marina, los factores que la amenazan y la investigación que se desarrolla dentro de los arrecifes de coral. La iniciativa fue diseñada originalmente para ser presentada en una de las exhibiciones del Museo Nacional de Historia Natural Smithsonian: “El corredor Sant Ocean”, corredor dedicado a la vida marina. Estos kioskos se encuentran en diferentes acuarios,

---

<sup>19</sup> Portal del Coral Reef Conservation Program de la NOAA [[AQUÍ](#)].

<sup>20</sup> Para consultar y ver los episodios de The NOAA Ocean Podcast [[AQUÍ](#)].

<sup>21</sup> Portal de Ocean Today [[AQUÍ](#)].

museos y centros educativos en diferentes partes del mundo, incluidas México (dentro del acuario de Veracruz).

De acuerdo a la página web del Acuario de Veracruz, se pretende contar con seis kioscos de este tipo, aunque actualmente sólo existen dos: “Océanos hoy” y “Golfo de México”. Entre sus contenidos se pueden encontrar noticias sobre los mares y la vida marina, así como los descubrimientos científicos más recientes sobre los ecosistemas marinos.

Gran parte del contenido de estos kioscos puede observarse también en la página web de “Ocean Today”, esto con la finalidad de que cualquier persona que no pueda visitar físicamente estos sitios pueda vivir la experiencia desde sus hogares.

Los videos abordan temas relacionados con los ecosistemas marinos, y dentro de ellos se encuentra una serie llamada “Coral come back”, en la que diferentes especialistas, ya sean oceanógrafos, biólogos marinos o científicos atmosféricos, hablan sobre diferentes temas y aspectos que se dan dentro de estos ecosistemas. Todo esto a través de videos cortos de entre uno y cinco minutos que cuentan con una narración fluida y recursos visuales llamativos como tomas submarinas y animaciones que permiten visualizar algunos de los procesos que se dan dentro de estos, como el blanqueamiento coralino y las relaciones simbióticas que se establecen entre las zooxantelas y los corales.

Algunos de los videos de esta iniciativa también se encuentran disponibles como material complementario dentro del proyecto “Science On a Sphere ” (SOS)<sup>22</sup>, el cual también forma parte de la NOAA. SOS es una sala que dispone de un sistema de visualización global que utiliza computadoras y proyectores de video para mostrar datos planetarios en un globo gigante animado.

De acuerdo a su página web, SOS cuenta con diferentes locaciones alrededor del mundo en Estados Unidos, El Reino Unido, China, Canadá, Turquía, Taiwán, Corea, Filipinas, Italia, Japón, India, Hong Kong, Dinamarca, República Checa, Finlandia, Colombia, Brasil, Francia, Indonesia, Singapur, Emiratos Árabes Unidos y México

---

<sup>22</sup> Para consultar el proyecto SOS [\[AQUÍ\]](#).

En México el proyecto se ha ubicado en diferentes salas, denominadas “La Casa de la Tierra”, las cuales pretendían ser exhibiciones permanentes. A pesar de ello algunas de estas no están activas actualmente. Tal es el caso de la casa localizada en Puebla dentro del Parque Estatal Flor del Bosque, y que, de acuerdo a su página oficial, se encuentra temporalmente fuera de servicio; así como la casa que se encuentra en el Parque Papagayo en Acapulco, y que desde el año 2014 se ha denunciado el abandono de dichas instalaciones (Vargas, 2014 y Galarce, 2016), caso que también ocurre en la casa de la tierra de Veracruz (Barragán, 2016 y Santos, 2016) y Oaxaca (Martínez, 2017).

Otro caso similar se reportó en “La Casa de la Tierra”, ubicada en Ciudad Universitaria, campus Arteaga de la Universidad Autónoma de Coahuila cuya construcción comenzó en el año 2012. Tres años después se comunicó que sería inaugurada en abril de ese mismo año (Flores, 2015), sin embargo no fue así y se esperaba que fuese inaugurada en agosto del 2017 (Ríos, 2017), aunque aún no existe registro en periódicos locales o en la página oficial de la universidad en la que se comunique que la casa haya sido oficialmente inaugurada.

Entre las casas que aún siguen activas, al menos hasta el año 2018, se encuentran en el Observatorio del Cambio Climático dentro del Museo de Historia Natural de la Ciudad de México; en el Planetario de Morelia; en la “Casa de la Tierra: Observatorio del Planeta” dentro del Parque Fundidora en Monterrey (Herrera, 2014); en Atlacomulco, Metepec, Texcoco, San Martín de las Pirámides y Valle de Bravo dentro de los “Centros de Educación Ambiental y Cambio Climático”; y “La Casa de la Tierra” en Villahermosa, Tabasco (Secretaría del Medio Ambiente, s.a.).

Por otra parte, la fundación “Reef Check”<sup>23</sup>, en colaboración con el Instituto Marítimo de los Ángeles (LAMI), llevaron a cabo el programa piloto “Student Ocean Scientist” (SOS), el cual surge en marzo del 2016. Este busca involucrar a los niños y jóvenes en la conservación de los ecosistemas marinos (enfocándose en los arrecifes coralinos y rocosos de California), así como promover la construcción de una conexión emocional con los mismos para que puedan convertirse en embajadores del océano en sus escuelas y comunidades.

---

<sup>23</sup> Para consultar el sitio web de Reef Check [AQUÍ].

El programa fue diseñado con la idea de fomentar el conocimiento y el valor que poseen los recursos oceánicos, las amenazas a la salud de los océanos y las soluciones para estos problemas. Los jóvenes se convierten en biólogos marinos por un día, con el fin de que puedan aprender sobre estos ecosistemas, la oceanografía de las olas y corrientes y la conservación del océano. Todo esto mientras navegan en una nave similar a las utilizadas por los piratas del siglo XIX. Sin embargo, aún no existe una evaluación acerca de las implicaciones y el éxito que esta iniciativa ha tenido.

Además, la fundación comparte de manera continua, a través de su cuenta oficial de Facebook<sup>24</sup> y Twitter<sup>25</sup>, información y noticias relevantes sobre los arrecifes coralinos y sobre el trabajo que se realiza en torno a la conservación y restauración de los mismos. Sin mencionar que comparten materiales audiovisuales en su canal de Youtube y en su cuenta de Instagram.

También podemos destacar que la fundación cuenta con el programa “EcoDiver”, en el que se imparten cursos sobre buceo y técnicas de monitoreo en arrecifes coralinos y rocosos, esto con la finalidad de involucrar al público en una experiencia cercana y activa en la conservación de los mismos alrededor del mundo. Estos cursos permiten que el público pueda unirse al equipo de monitoreo de “Reef Check”, el cual cuenta con grupos en más de 90 países y territorios en los cuales se monitorea, de manera continua, el estado actual de los arrecifes coralinos y rocosos alrededor del mundo.

La *Reef Environment Education Foundation* (REEF)<sup>26</sup> es una fundación que surge en 1990, cuya misión es proteger la biodiversidad y la vida oceánica al involucrar e inspirar activamente al público a través de la educación y la ciencia ciudadana (REEF, s.a.). Los participantes del proyecto no solo aprenden sobre el entorno marino en el que se sumergen, sino que también realizan contribuciones significativas y continuas en el estudio científico de los ecosistemas oceánicos (REEF, s.a.).

El Museo de Historia Natural de San Diego (SDNHM, por sus siglas en inglés), en colaboración con PRONATURA (organización mexicana de conservación), produjeron “Oasis Marino”<sup>27</sup> (SDNHM, s.a.). La película resalta la inmensa riqueza natural de dos mundos

---

<sup>24</sup> @reefcheckfoundation

<sup>25</sup> @ReefCheck

<sup>26</sup> Para consultar su página web oficial [AQUÍ].

<sup>27</sup> Para ver la película en español [AQUÍ].

marcadamente diferentes, pero inseparables: El Mar de Cortés y el desierto de Baja California (SDNHM, s.a.). Este es un esfuerzo educativo que busca incidir en la preservación ecológica de Baja California, México, a través de diversos apoyos didácticos y materiales que están disponibles en el sitio web de la película<sup>28</sup>. Además de ser exhibida en diversos museos en los Estados Unidos, la película fue proyectada en del Domo IMAX del Centro Cultural Tijuana (CECUT) y se encontraba dentro de su cartelera cultural hasta Junio del 2018.

Una iniciativa interesante, que demuestra que ninguna forma de conocimiento está exenta de otras, como por ejemplo la ciencia y el arte, es el proyecto “Living Sea Sculpture” (LSS)<sup>29</sup>. Este colabora con instituciones científicas, universidades, investigadores y organizaciones públicas y privadas en la regeneración de comunidades coralinas a través de expresiones artísticas. Ejemplo de estas expresiones es la escultura “Zoe”<sup>30</sup> (ubicada en Isla Cozumel, Quintana Roo, México) y “Coral Skirt” (en Isla Bali, Indonesia), de la artista Collen Faningan, la cual utiliza una tecnología llamada Biorock® que proporciona un sustrato mineral para que los corales crezcan y generen un campo eléctrico que mejora la capacidad de los corales y otros organismos marinos para crecer con mayor rapidez (Beans, 2018).

Otro enfoque artístico que ha atraído la atención de los medios son los museos marinos que se encuentran a través del Atlántico. El artista submarino Jason deCaires Taylor<sup>31</sup> esculpe figuras humanas en cemento no tóxico, de grado marino y pH neutro que son depositadas en estos museos, con el fin de que estas figuras puedan convertirse en arrecifes artificiales al ser colonizados por diversos organismos (e.g. corales, esponjas y algas) (Beans, 2018).

Este tipo de iniciativas artísticas también se encuentran sobre el nivel del mar. Por ejemplo, las hermanas Margaret y Christine Wertheim, del “Institute For Figuring” (IFF), en los Ángeles, California, crearon en el año 2005 el proyecto “Crochet Coral Reef”<sup>32</sup>. Este fusiona las matemáticas, la biología marina y las prácticas artísticas comunitarias con el fin de crear

---

<sup>28</sup> Para ver los recursos y materiales disponibles [AQUÍ].

<sup>29</sup> Para consultar su página web oficial [AQUÍ].

<sup>30</sup> La historia, diseño y ciencia detrás de *Zoe* se encuentra disponible [AQUÍ].

<sup>31</sup> Este artista cuenta con una página web en la que se encuentran información más detallada de sus proyectos, distribución e impacto de estos. Consultar página web [AQUÍ].

<sup>32</sup> Para consultar su página web oficial [AQUÍ].

toda una taxonomía de formas de vida arrecifal (e.g. anemonas, corales, babosas de mar) hechas con estambre a través de la técnica *crochet hiperbólico*<sup>33</sup> ([Crochet Coral Reef, s.a.](#)).

### 3.2. Esfuerzos por comunicar el conocimiento sobre los arrecifes de coral a nivel nacional

En México son pocas las organizaciones que se dedican exclusivamente a comunicar las investigaciones y conocimientos sobre los arrecifes de coral. Sin embargo, a partir de los noventas comienzan a surgir algunas iniciativas interesantes.

La asociación “Mares mexicanos”<sup>34</sup>, ha producido una serie de cortometrajes documentales llamada “Voces del Mar”. La serie está conformada por catorce historias de los mares mexicanos, desde el Golfo de California hasta el Caribe Mexicano. Dentro de esta serie se incluye el documental “Puerto Morelos: Arrecifes del Caribe”, en el que se aborda el estrés térmico al que se enfrentan los corales en la actualidad y sus efectos, principalmente la pérdida de pigmentos fotosintéticos por parte de sus simbioses, unas microalgas llamadas zooxantelas; así como el desarrollo de un sistema de restauración de corales que se basa en el repoblamiento de colonias coralinas en el Caribe mexicano a partir de reclutas sexuales de dos especies de coral: *Acropora palmata* y *Orbicella faveolata*.

Costa Salvaje<sup>35</sup>, que a pesar de ser una organización internacional, trabaja en América Latina. Esta ha diseñado y elaborado una serie de publicaciones sobre arrecifes de coral (e.g. folletos, infografías y artículos) y ha llevado a cabo diferentes talleres de sensibilización ambiental en comunidades costeras, sobre todo en Cabo San Lucas en Baja California Sur, Huatulco y Puerto Ángel en Oaxaca. Una de sus actividades más recientes se desarrolló en el marco de la celebración del día de Puerto Ángel, Oaxaca, a finales del 2016. Con la colaboración de artistas locales y la participación de niños y adultos crearon el mural “Conservación de arrecifes de coral” ([México Ambiental, 2016](#)). Simultáneamente se impartieron charlas sobre la importancia y estado actual de los arrecifes coralinos.

---

<sup>33</sup> Técnica desarrollada en 1997 por la matemática Daiana Taimina. Esta técnica permite tejer a crochet modelos de un plano hiperbólico para crear figuras geométricas.

<sup>34</sup> Los cortometrajes y más información se encuentran disponibles [[AQUÍ](#)].

<sup>35</sup> Para consultar su página web oficial [[AQUÍ](#)].

Otras organizaciones como La Sociedad de Historia Natural Niparáj<sup>36</sup>, Greenpeace México<sup>37</sup>, World Wildlife Fund (WWF)<sup>38</sup> y la Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente (AIDA)<sup>39</sup> cuentan con artículos y noticias sobre los arrecifes de coral en México, enfocadas en las investigaciones que se desarrollan dentro de estos y la situación actual de los mismos.

La SOMAC<sup>40</sup>, como se menciona en el capítulo anterior, es una agrupación que entre sus múltiples objetivos, se ha preocupado por divulgar el conocimiento y las investigaciones que se desarrollan entorno a los arrecifes de coral mexicanos.

Esta sociedad lleva a cabo, cada dos años, el Congreso Mexicano de Arrecifes Coralinos en el que se presentan las cuestiones arrecifales más importantes para los investigadores y estudiantes de México, y que en ediciones anteriores se había enfocado en difundir estas investigaciones principalmente entre investigadores y estudiantes. Sin embargo, en su edición número VIII, en el año 2015, contó con la participación de periodistas y divulgadores que asistieron al evento. Sin mencionar que se impartieron pláticas a niños y jóvenes sobre la diversidad marina, y se contó con un taller de periodismo ambiental titulado “Arrecifes coralinos de México: Investigación y comunicación” (Medina-Rosas, 2015).

Por otro lado, Radio Universidad de Guadalajara, en colaboración con la SOMAC, emitió el programa “Radio Arrecife” con motivo de este octavo congreso. En total se emitieron cinco programas con una duración aproximada de sesenta minutos, en donde se abordaban los principales temas presentado durante el congreso (Medina-Rosas, 2015). Durante todo este proyecto se contó con la participación de científicos y comunicólogos que elaboraron diferentes productos, entre los que se encuentra una serie de reportajes, de los cuales hablaremos más adelante; así como quince cápsulas y spots de radio con una duración de entre treinta segundos y dos minutos; y doce notas de televisión y radio (Medina-Rosas, 2015).

Todo esto fue posible gracias al proyecto “Comunicación pública de las investigaciones sobre los arrecifes coralinos de México” con número de referencia #234955, el cual contó con

---

<sup>36</sup> Para consultar su página web oficial [AQUÍ].

<sup>37</sup> Para consultar su página web oficial [AQUÍ].

<sup>38</sup> Para consultar su página web oficial [AQUÍ].

<sup>39</sup> Para consultar su página web oficial [AQUÍ].

<sup>40</sup> Para consultar su página web oficial [AQUÍ].

el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), a través de la Convocatoria “Apoyo a Proyectos de Comunicación Pública de la Ciencia UTPCIE 2014, cuyo responsable fue el Doctor Pedro Medina Rosas de la Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa, Puerto Vallarta.

Además, a través de su página oficial de Facebook<sup>41</sup>, comparten constantemente noticias y materiales audiovisuales relacionados con estos ecosistemas. Actualmente cuenta con más de cuatro mil seguidores y las fuentes del material que se comparten varía, ya sea material producido por los integrantes de la SOMAC o por parte de universidades mexicanas, organizaciones civiles e instituciones gubernamentales.

Desde instituciones académicas, la Universidad Nacional Autónoma de México cuenta con el programa “Biodiversidad Marina de Zihuatanejo” (BIOMAR), que busca, no solo promover las actividades docentes y la investigación de los recursos marinos de esta región geográfica, sino impulsar el desarrollo de una cultura en torno a la conservación de la biodiversidad marina. Para este último objetivo, se implementó un programa de educación, divulgación y comunicación ambiental, que engloba diversas actividades como foros, exposiciones, talleres, pláticas, guías de campo, un atlas digital de la biodiversidad marina, galerías fotográficas y ligas de interés a través de su bioportal<sup>42</sup>.

De igual forma, existen instituciones gubernamentales que han contribuido, en menor o mayor medida, a promover el conocimiento de los arrecifes coralinos en México. Tal es el caso de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que cuenta con un espacio dentro de su página web en el que se puede encontrar información sobre los arrecifes coralinos, así como ligas de algunas bases de datos nacionales e internacionales sobre arrecifes de coral; ligas a artículos y sitios enfocados en la investigación y comunicación de los mismos.

Por otro lado, la CONABIO cuenta con un par de recursos audiovisuales, como el video “Los Corales: Arquitectos milenarios”<sup>43</sup>, con una duración de 27 minutos. En el video se pueden observar diferentes escenarios coralinos en estados como Yucatán, Quintana Roo y Veracruz,

---

<sup>41</sup> @somacoral

<sup>42</sup> Para consultar el bioportal [AQUÍ].

<sup>43</sup> Para ver el video [AQUÍ].

haciendo énfasis en la formación de estos, su importancia en la ecología mariana y su repercusión en la biodiversidad.

Este video es parte de un proyecto financiado por la CONABIO, titulado: “México una aventura milenaria”, con número de referencia F013 (CONABIO, s.a.). El proyecto cuenta con otros tres títulos: “Cementerio de dinosaurios”, “Agua tierra adentro”, y “Sí hay soluciones”. Estos fueron producidos durante el periodo 1992-1993 y contaron con la participación de más de cien científicos en diversas áreas, con la finalidad de generar programas producidos en video en donde se abordan los aspectos geomorfológicos, ecológicos y evolutivos de los recursos de nuestro país.

Más recientemente, en el 2016, la CONABIO publicó en su página web y en su cuenta de Youtube el corto “Tesoros bajo el mar: Arrecifes de coral”<sup>44</sup>, con una duración de tres minutos, el cual se centra en el valor estético y los factores de estrés que amenazan su conservación.

Desde mi punto de vista, este tipo de iniciativas son sumamente importantes, ya que el conocimiento científico entorno a los arrecifes de coral deja de ser un saber compartido solo entre académicos e investigadores, permitiendo que la población pueda acercarse a este de una manera mucho más cercana y contextualizada.

### **3.3. Los arrecifes de coral en los medios de comunicación masiva mexicanos**

Los medios masivos de comunicación son fuentes importantes de información científica y tecnológica para el público en general (Massarani y Buys, 2007), ya que son los principales canales a través de los cuales se informa sobre los avances científicos más recientes y las implicaciones de los mismos (COSCE, 2006; Boykoff, 2008). Sin mencionar que tienen una fuerte influencia en la imagen que la sociedad tiene respecto a la ciencia y los científicos (COSCE, 2006) y, por lo tanto, en la comprensión pública de la ciencia (The Royal Society, 1985).

---

<sup>44</sup> Para ver el corto [AQUÍ].

Actualmente, el desarrollo de nuevas tecnologías ha incrementado las interacciones sociales, el acceso a la información y la construcción del conocimiento como nunca antes se había visto (Goulart, 2017).

En este sentido, las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han tenido un gran impacto en el mundo de la ciencia y tecnología, el cual representa un cambio radical dentro de nuestras sociedades, ya que permite difundir el conocimiento existente de una manera mucho más rápida a través de audiencias mucho más amplias (Jacovskis, 2011).

Hasta hace unos años los medios de comunicación tenían el monopolio de las noticias, sin embargo, actualmente el público ha sustituido los medios de comunicación tradicionales por el Internet y las redes sociales, lo que ha revolucionado la manera en la que se comunica la ciencia entre la sociedad (Crăciun y Bonoiu, 2015).

A pesar de la gran influencia y potencial que tienen los medios de comunicación para comunicar la ciencia, las secciones más “populares” de estos medios, con demasiada frecuencia, presentan temas y noticias científicas de una forma superficial (The Royal Society, 1985).

Considerando este contexto, resulta interesante y necesario identificar los temas y la cobertura que se le da a la comunicación de los arrecifes coralinos en estos espacios, con el fin de conocer que información está disponible al público en general a través de estos medios.

### **3.1.1. Periódicos**

En esta sección se obtuvo información a través de la revisión documental y el análisis de contenido (Krippendorff, 1997), ya que este puede ser utilizado para conocer patrones y frecuencias que connotan valores y actitudes presentes en la comunicación masiva (Fiske, 1990).

La revisión documental se realizó en seis diarios mexicanos de circulación nacional (*El Sol de México, El Universal, Excélsior, La Jornada, Diario Milenio y Reforma*), esto con el fin de localizar los textos que abordaban algún tema relacionado con los arrecifes de coral. La selección de los diarios se hizo al azar a partir del Catálogo Nacional de Medios Impresos e Internet y representan los diarios principales del país en términos de circulación nacional (INE, 2016).

La recopilación del material de análisis implicó una búsqueda electrónica en cada una de las páginas web de los seis periódicos seleccionados. El período de búsqueda contempló todos los artículos o notas más antiguos que pudiesen encontrarse dentro de cada página web hasta el año 2017. Los textos más antiguos del diario *El Sol de México* se remontan al año 2015; de *Milenio* a partir del 2014; *La Jornada* desde 2013; *Excélsior* desde 2011; en el *Universal* a partir del 2000; y en *Reforma* desde 1997.

La información fue analizada con base a las noticias que presentaron en los encabezados y/o contenido las siguientes palabras clave: *blanqueamiento, coral y/o arrecifes coralinos*.

Una vez identificados estos textos se procedió a la fase de lectura superficial (Bardin, 1991), para descartar textos en los cuales las palabras clave sólo aparecieran en una ocasión o en donde no se informara de manera directa sobre los arrecifes coralinos.

En la búsqueda se registraron un total de 522 textos, en la **Tabla 2** se observa el número de textos de la muestra para cada diario.

Posteriormente se realizó una lectura para determinar el contenido de los textos y poder categorizarlos en unidades temáticas. Este tipo de unidades nos permiten observar cuáles son los temas generales y más frecuentes sobre los arrecifes coralinos que se publican en los periódicos seleccionados, ya que para fines de esta investigación sólo nos interesa conocer los principales patrones y tendencias de la cobertura periodística sobre los arrecifes de coral. Es pertinente mencionar que los textos pueden contener una o más unidades temáticas a la vez.

Se determinaron las siguientes unidades temáticas o categorías:

1. Degradación: Todas aquellas noticias en las que se aborden amenazas o factores de estrés a los que se enfrentan los arrecifes de coral en la actualidad en México y el mundo (ej. Cambio climático, blanqueamiento coralino, encallamiento de navíos, sobrepesca, descargas de aguas residuales).

**Tabla 2.** Textos que abordan alguna temática relacionada con los arrecifes coralinos dentro de los diarios

Periódico	n	%
<i>El Sol de México</i>	20	4%
<i>El Universal</i>	152	29%
<i>Excélsior</i>	27	5%
<i>La Jornada</i>	28	5%
<i>Diario Milenio</i>	19	4%
<i>Reforma</i>	276	53%
<b>Universo total de textos</b>	<b>522</b>	<b>100%</b>

2. Conservación: Todas aquellas noticias en las que se aborden programas o actividades de restauración, protección y/o conservación de arrecifes coralinos en México y el mundo.
3. Denuncias: Todas aquellas noticias en las que se aborden denuncias o sanciones relacionadas con la degradación de los arrecifes coralinos.
4. Información general: Todas aquellas noticias en las que se aborden temas relacionados con la biología, distribución y servicios ecosistémicos que brindan.
5. Innovación: Todas aquellas noticias en las que se aborden el desarrollo de nuevas tecnologías y metodologías para el monitoreo y restauración de los arrecifes coralinos.
6. Turismo y recreación: Todas aquellas noticias en las que se aborden la promoción de actividades recreativas y turísticas.

Al analizar los temas ([Tabla 3](#)), se encontró que la unidad *degradación* es la que aparece con mayor frecuencia en los diarios seleccionados (61%). En el diario *El Universal* este tema asciende a un 68% de la muestra, seguido de *Reforma* (59%), *La Jornada* (54%), *Excélsior* (78%), *Diario Milenio* (53%) y *El Sol de México* (40%).

**Tabla 3.** Temáticas relacionadas con los arrecifes de coral dentro de cada periódico analizado

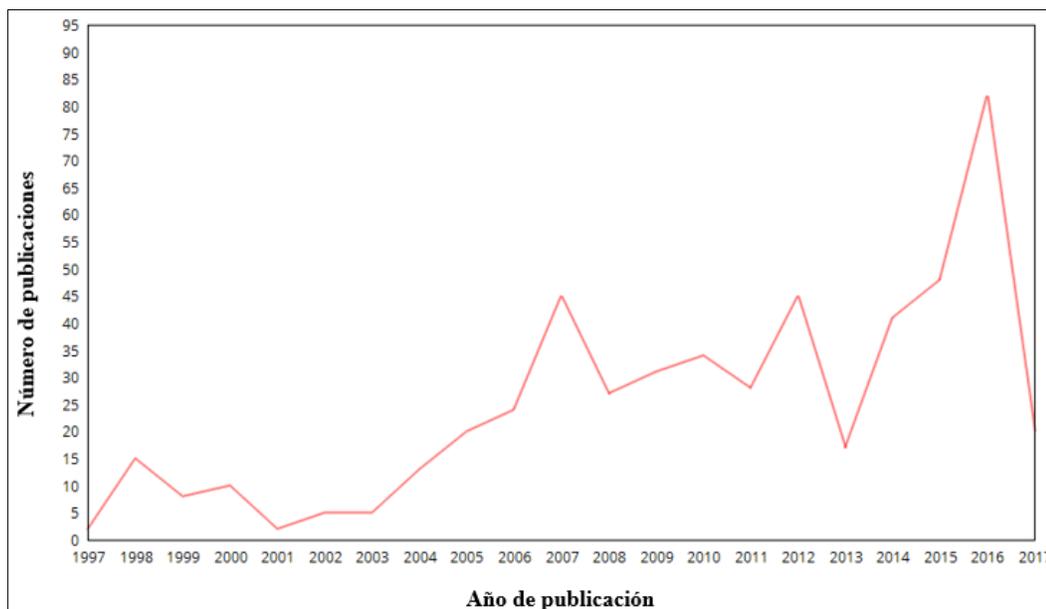
Categorías*	Periódicos					
	El Sol de México n (%)	El Universal n (%)	Excélsior n (%)	La Jornada n (%)	Diario Milenio n (%)	Reforma n (%)
<i>Degradación</i>	8 (40%)	104 (68%)	21 (78%)	15 (54%)	=10(53%)	162 (59%)
<i>Conservación</i>	9 (45%)	34 (22%)	11 (41%)	6 (21%)	9 (47%)	73 (26%)
<i>Denuncias</i>	-	5 (3%)	4 (15%)	1 (4%)	-	1 (0.4%)
<i>Información general</i>	-	7 (5%)	-	-	5 (26%)	8 (3%)
<i>Innovación</i>	3 (15%)	15 (10%)	2 (7%)	13 (46%)	1 (5%)	26 (9%)
<i>Turismo y recreación</i>	7 (35%)	23 (15%)	12 (44%)	-	3 (16%)	29 (11%)
<b>Universo total de textos</b>	20 (100%)	152 (100%)	27(100%)	28 (100%)	19 (100%)	276 (100%)

\*Algunos artículos y notas analizadas contienen más de una categoría o unidad temática.

La segunda categoría con mayor cobertura dentro de los diarios es *conservación* (27%); en menor proporción los textos abordaron la temática *turismo y recreación* (14%), seguido de *innovación* (11%); por último *información general* (4%) y *denuncias* con un 2%. En la [Tabla 3](#) se presentan las frecuencias y porcentajes observados para cada periódico por cada unidad.

Existe una variación importante entre los periódicos analizados respecto a la cantidad de noticias que abordan algún tema relacionado con los arrecifes coralinos. Sin embargo los temas abordados siguen una tendencia muy similar, siendo la degradación (61%) y conservación de los arrecifes coralinos (27%) los temas más recurrentes en los seis periódicos analizados. En este sentido, los diarios analizados hacen énfasis en temas de carácter controversial o noticioso (e.g. el encallamiento de navíos en algún arrecife coralino o el desarrollo de proyectos turísticos con repercusiones graves en los mismos) dejando de lado las publicaciones con un carácter informativo o divulgativo. Cabe mencionar que tres de los diarios analizados cuentan con suplementos específicos para comunicar temas de ciencia: *La Jornada*, *El Universal* y *Reforma*.

A pesar de la importancia de comunicar los arrecifes coralinos en México, es evidente que aún no se da gran cobertura periodística a los temas relacionados con estos sitios, con excepción del periódico *Reforma* y *El Universal*, los cuales cuentan con un mayor número de textos sobre arrecifes de coral, de hace más de 10 años. Aunque es importante señalar que para



**Figura 1.** Número de publicaciones anuales que abordan algún tema relacionado con los arrecifes coralinos. La gráfica solo muestra los artículos que se encuentran en versión electrónica para cada periódico seleccionado en este análisis.

finde de esta investigación se optó por una revisión electrónica de los seis diarios seleccionados, pues era más factible en términos de costos, ya que la mayoría de las versiones electrónicas de estos diarios son gratuitas. En la Fig. 1 podemos observar el número de publicaciones que abordaban alguna temática relacionada con los arrecifes de coral dentro de los periódicos seleccionados para el período de 1997 a 2017.

### 3.3.2. Revistas de divulgación científica

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología cuenta con un Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnología, y que de acuerdo a su página web, fue creado “con el objetivo de fomentar la divulgación de la ciencia y tecnología a través de los medios escritos, así como dar un reconocimiento a la labor y calidad de las publicaciones dedicadas a la divulgación”.

En el índice se encuentran veinticinco revistas de divulgación que abordan diferentes temáticas, ya sea ciencia, tecnología, ingenierías,

humanidades y/o cultura. De estas veinticinco, dieciocho abordan dentro de su contenido temas relacionados con las ciencias naturales, y de estas, como se puede observar en la Tabla 4, sólo doce han publicado al menos un texto sobre arrecifes de coral.

A pesar de que el universo total de textos que abordan esta temática es mucho menor en comparación con los publicados en los diarios analizados (Tabla 5) sigue existiendo una predominancia por publicar textos relacionados con la degradación de los arrecifes de coral, llegando hasta el 39% de la muestra total, seguido de *información general* (33%), *conservación* (16%) e *innovación* (13%).

La comunicación de los arrecifes de coral dentro de los periódicos y las revistas de divulgación mexicanas sigue siendo escasa, por lo que la generación de propuestas que permitan promover la comunicación de tan importantes ecosistemas, dentro de estos y otros medios, es

**Tabla 4.** Textos que abordan alguna temática relacionada con los arrecifes coralinos dentro de las revistas analizadas.

Revistas	n	%
<i>Ecofronteras</i>	3	7%
<i>Saber más</i>	2	4%
<i>Ciencia ergo-sum</i>	1	2%
<i>¿Cómo ves?</i>	13	28%
<i>Ciencia y desarrollo</i>	9	20%
<i>Ciencia</i>	1	2%
<i>Avance y perspectiva</i>	5	11%
<i>Investigación y ciencia</i>	2	4%
<i>Ciencias</i>	4	9%
<i>Contactos</i>	1	2%
<i>Elementos</i>	3	7%
<i>Conversus</i>	2	4%
<b>Universo total de textos</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>

sumamente importante para promover su conservación a través de diferentes audiencias que no necesariamente están relacionadas con temas científicos.

**Tabla 5.** Temáticas relacionadas con los arrecifes de coral dentro de cada revista analizada

Categorías*	Revistas						Universo total de textos n (%)
	Degradación n (%)	Conservación n (%)	Denuncias n (%)	Información general n (%)	Innovación n (%)	Turismo y recreación n (%)	
¿Cómo ves?	7 (54%)	4 (31%)	-	3 (23%)	-	-	13 (100%)
Avance y perspectiva	2 (40%)	1 (20%)	-	-	3 (60%)	-	5 (100%)
Ciencia	-	-	-	1 (100%)	-	-	1 (100%)
Ciencia ergo-sum	-	-	-	1 (100%)	-	-	1 (100%)
Ciencia y desarrollo	8 (89%)	2 (22%)	-	5 (56%)	3 (33%)	-	9 (100%)
Ciencias	1 (25%)	1 (25%)	-	4 (100%)	-	-	4 (100%)
Contactos	1 (100%)	-	-	1 (100%)	-	-	1 (100%)
Conversus	1 (50%)	-	-	2 (100%)	-	-	2 (100%)
Ecofronteras	1 (33%)	1 (33%)	-	1 (33%)	-	-	3 (100%)
Elementos	1 (33%)	-	-	1 (33%)	1 (33%)	-	3 (100%)
Investigación y ciencia	2 (100%)	1 (50%)	-	1 (50%)	1 (50%)	-	2 (100%)
Saber más	1 (50%)	-	-	1 (50%)	-	-	2 (100%)

\*Algunos artículos y notas analizadas contienen más de una categoría o unidad temática.

### 3.3.3. Televisión

Cuando se habla de divulgación científica a través de la televisión es evidente que existen pocos éxitos de programas científicos, ya que a pesar de que existen canales con contenidos divulgativos de calidad su difusión sigue siendo minoritaria (COSCE, 2006), y lo es aún menor cuando se abordan temas tan específicos como la comunicación de los ecosistemas marinos.

En México, son de destacar los trabajos televisivos de Ramón Bravo, quien produjo y condujo una gran variedad de materiales de divulgación sobre el medio marino en los años setentas y ochentas. Entre estos podemos mencionar el programa “El reino submarino” emitido por la televisora Televisa y la serie “El mundo marino de Ramón Bravo” en canal 1. A través de la Televisión de la República Mexicana se emitieron “Océanos” y “Nuestro amigo el mar”, programas por los cuales Bravo obtuvo en 1978 el Premio Nacional de Periodismo (UNAM, 1988)

Haciendo énfasis en la comunicación de los arrecifes coralinos en televisión ésta se ha dado, principalmente, a través de emisoras públicas, con contenidos muy específicos y con tiempos limitados. Un claro ejemplo de esto, fue la serie documental “Entre mares”, producida por Canal Once del Instituto Politécnico Nacional. Serie emitida en el año 2012 que cuenta con seis programas que buscan develar las maravillas y misterios que se encuentra en diversos ambientes marinos. La serie se encuentra actualmente fuera del aire, sin embargo, los episodios pueden encontrarse en la página oficial de Canal Once<sup>45</sup>.

Esta misma televisora transmitió, en el año 2014, el programa “Nuestros mares”<sup>46</sup>. El programa contó con veinte cápsulas de uno o dos minutos, en las que se abordan diversos temas sobre los mares mexicanos con el fin de conocer su riqueza, belleza y fragilidad. De esas veinte cápsulas, cuatro estaban dedicadas a comunicar la diversidad que se encuentra dentro de los arrecifes de coral, las amenazas a las que se enfrentan y a la formación de los mismos.

Dentro de la misma televisora, el programa “El Libro Rojo: Especies Amenazadas”<sup>47</sup> contó con el capítulo “Arrecifes: Vecinos, visitantes y un intruso”, capítulo con una duración de veinticinco minutos, en el cual se aborda de manera anecdótica su distribución, los factores de estrés que han disminuido la cobertura de las comunidades coralinas, así como las implicaciones sociales y ambientales de la degradación de las mismas y los diferentes programas de conservación que se han desarrollado con el fin de restaurar estos ecosistemas y conservar las especies asociadas a los mismos.

Así mismo, el programa “Factor Ciencia” transmitió el capítulo “Un nuevo arrecife”<sup>48</sup>. En éste se documenta el hundimiento de un buque en Cabo Pulmo, Baja California, para formar un arrecife artificial. También se mencionan los efectos del cambio climático en estos ecosistemas y las adaptaciones que presentan los corales ante cualquier cambio medioambiental.

Televisa, cuenta con una recopilación de reportajes documentales, de alrededor de veinticinco minutos, en los que se abordan la diversidad de algunos ecosistemas, estos reportajes son parte de un proyecto de “Noticieros Televisa” llamado “Por el Planeta.” Los reportajes están

---

<sup>45</sup> Para ver los episodios [AQUÍ]

<sup>46</sup> Para ver las cápsulas [AQUÍ].

<sup>47</sup> Para ver las cápsulas [AQUÍ].

<sup>48</sup> Para ver el capítulo [AQUÍ].

divididos en pequeñas capsulas de aproximadamente cinco minutos y fueron transmitidas en Noticieros Televisa, aunque también se encuentran disponibles en línea<sup>49</sup>.

En este proyecto se encuentran dos reportajes en los que se aborda al menos un tema sobre arrecifes de coral: “Cabo Pulmo: el acuario del mundo” y “Palau, el último paraíso”. En ambos reportajes se cuenta con la presencia de prestadores de servicios, investigadores, fotógrafos y/o pobladores que, desde su experiencia y punto de vista, opinan respecto a la biodiversidad que albergan los arrecifes de coral.

Otro esfuerzo de comunicación que se ha dado a través de los medios de comunicación masiva sobre estos ecosistemas, y del que hice mención con anterioridad, fue el “Proyecto de comunicación de la ciencia sobre arrecifes coralinos de México”. Gracias a este proyecto se produjeron doce reportajes elaborados por Agustín del Castillo sobre los arrecifes de coral en dos zonas prioritarias: Cabo Pulmo, Baja California Sur y Puerto Morelos, Quintana Roo (Medina-Rosas, 2015). Reportajes que fueron publicados de manera impresa en el Periódico Milenio y que fueron incluidos en el análisis de contenido previo. De estos reportajes surgieron notas de radio y televisión que se transmitieron a través de los canales de este grupo noticiero y de diferentes radiodifusoras dentro del país.

### **3.4. Los arrecifes de coral en museos y salas de exhibición en México**

Los museos son espacios clave para la educación y comunicación científica, ya que son sitios visibles y confiables para el diálogo, en donde se promueve el desarrollo de la creatividad, la innovación, el pensamiento crítico y la toma de decisiones (Declaración de Toronto, 2008). Su labor comunicativa representa una gran oportunidad para comunicar la información científica en torno a distintos ecosistemas, ya que justamente lo que se busca es contribuir a que el público sea capaz de tomar decisiones informadas y responsable respecto al uso de estos, con soluciones creativas y críticas que permitan promover la conservación de los mismos.

Además, se ha reconocido que los museos de ciencia no sólo representan la cultura científica de la sociedad en la que se encuentran inmersos, sino que son espacios para la construcción de la misma, espacios educativos, plurales, accesibles y de inclusión social

---

<sup>49</sup> Para ver los capítulos [AQUÍ].

(Reynoso, 2018). En donde se dan procesos dinámicos y bilaterales que permiten que los visitantes participen de manera activa en la formación de esta cultura (Torreblanca, 2018).

En México existen diversas exhibiciones centradas en comunicar los arrecifes de coral. Tal es fue el caso de la sala “Biodiversidad” dentro de “Universum, Museo de las Ciencias”, ubicado en el Centro Cultural del campus Ciudad Universitaria de la UNAM, en la cual se encontraba una sección dedicada a los arrecifes de coral. La sección se centraba en dar a conocer la biodiversidad arrecifal, en especial la diversidad del reino animal. Sin embargo, como parte de un plan de reestructuración del museo, la sala fue cerrada al público. Actualmente se prepara la inauguración de otra sala permanente enfocada exclusivamente a los océanos mexicanos, la cual se espera inaugurar en marzo de 2019.

En el año 2017 Universum, con motivo de al evento internacional la “Hora del Planeta”, llevó a cabo una serie de actividades y espacios informativos para dar a conocer la situación actual del clima en nuestro planeta. Uno de estos espacios se denominó “Océanos ácidos”, en donde se expusieron los efectos del cambio climático en los ecosistemas marinos, entre los que se encuentran los arrecifes de coral (García, 2017).

El Papalote Museo del Niño, localizado en el Bosque de Chapultepec de la Ciudad de México, proyectó, en el año 2012, el film “El último arrecife” en su megapantalla IMAX, con la finalidad de crear conciencia sobre la protección de tan importantes ecosistemas. El largometraje captura la gran diversidad biológica que los arrecifes de coral poseen, así como las relaciones simbióticas que mantienen con otros organismos, y los factores antropogénicos que han degradado severamente estos ecosistemas alrededor del mundo (Torres, 2012). Sin embargo la proyección fue temporal, ya que los largometrajes exhibidos en esta sala son sustituidos continuamente.

En el año 2016, y a partir de la remodelación de este museo, se incluyó la exposición permanente: “Arrecife Mesoamericano”, la cual cuenta con siete exhibiciones en las que se presentan una diversidad de temas entorno a estos ecosistemas, haciendo énfasis en los servicios ecosistémicos derivados de los arrecifes coralinos (Papalote Museo del Niño, s.a.).

Por otro lado, el Museo de Historia Natural de la Ciudad de México contó con una exhibición de corales y colonias submarinas, en su sección “Pieza del mes”. Cada mes el museo

expone en el vestíbulo una pieza perteneciente a algunas de sus colecciones, con el fin de que el público pueda apreciar mejor y obtener mayor información sobre los aspectos biológicos, geográficos, históricos o culturales de dicha pieza.

Otra exposición que se dio en el mes de enero de 2018 fue en el Museo Trompo Mágico en Zapopan, en donde se inauguró la exposición “Vive el Arrecife: conoce, rescátalo”, una iniciativa de la Sociedad Mexicana de Arrecifes Coralinos. Esta es una exposición museográfica interactiva e itinerante que busca crear conciencia para la conservación de los arrecifes coralinos (Martínez, s.a.). La exposición también hace uso de recursos digitales y redes sociales<sup>50</sup>.

Además, se han manejado formatos museográficos como lo son los museos marinos, los cuales han fusionado el arte y las ciencias ambientales. Tal es el caso del Museo Subacuático de Arte (MUSA)<sup>51</sup>, que se encuentra en aguas del Caribe mexicano, que cuenta con más de 500 esculturas de diversos artistas mexicanos, cubanos y británicos (MUSA, s.a.). Estas esculturas están hechas de concreto marino especial y se encuentran sumergidas con el fin de formar arrecifes artificiales (MUSA, s.a.). Actualmente cuenta con tres galerías (Galería Manchones, Punta Nizcu y Punta Sam) las cuales pueden ser visitadas mediante un barco con fondo de cristal o a través de actividades de buceo y snorkel.

### 3.5. Acuarios

Los arrecifes de coral dentro de los acuarios se enfrentan a una situación muy similar como la observada en los museos, en donde los espacios para comunicar el conocimiento científico alrededor de los mismos son escasos y en los que el tema central no son los arrecifes coralinos.

El Parque Xcaret cuenta, desde el año 1995, con el Acuario de Arrecife de Coral, el cual alberga más de 500 corales en estructuras arrecifales y con más de 5000 organismos como esponjas, algas, peces, crustáceos, moluscos y equinodermos (Parque Xcaret, s.a.). La gran mayoría (80%) de los corales que se encuentran dentro del acuario provienen del programa de rescate de corales del mismo parque, en el que se colectan corales que han sido desprendidos

---

<sup>50</sup> Para consultar su página web y demás recursos [AQUÍ].

<sup>51</sup> Para ver la página oficial de MUSA [AQUÍ].

debido a algún fenómeno natural, y el resto proviene de un programa de reproducción del parque (Acosta, 2014).

En el acuario se pueden observar diferentes zonas del arrecife de coral típico del Caribe mexicano, desde las zonas más profundas hasta las más superficiales, y en algunas peceras se encuentran lupas que permiten que los visitantes puedan observar con más detenimiento y cercanía la estructura de los corales.

Otro acuario en el que los arrecifes de coral han sido protagonistas es el Acuario de Veracruz, el cual cuenta con la exhibición “Pecera arrecifal”, y en la que se pueden observar corales artificiales que son típicos del Sistema Arrecifal Veracruzano, además de una gran variedad de organismos asociados a este sistema (Acuario de Veracruz, s.a.). Además de esta exhibición, el acuario cuenta con una serie de actividades de educación ambiental, como talleres, cursos, pláticas y conferencias en las que se abordan distintos temas dentro del contexto de la conservación de los ecosistemas costeros. Las actividades pueden ser independientes o complementarias al recorrido dentro del acuario, y los arrecifes de coral se encuentran dentro de los temas que se imparten, esto de acuerdo a su página web oficial.

Podemos destacar que además de estas exhibiciones o actividades de educación ambiental, en donde se abordan temas relacionados con los arrecifes coralinos, el acuario cuenta con el programa de conservación “Ecología de arrecifes coralinos”<sup>52</sup>, en el que se realizan monitoreos constantes en ocho arrecifes del Sistema Arrecifal Veracruzano y el trasplante de la especie de coral Cuerno de alce (*Acropora palmata*).

Este tipo de acuarios no sólo se localizan en zonas costeras. En la Ciudad de México se encuentra el Acuario Inbursa con 48 exhibiciones ambientadas, entre las que se encuentra la sala de “arrecifes de coral”, y que de acuerdo a su página web, se construyó con la idea de concientizar al público y ayudar a conservar los arrecifes de coral debido al grave deterioro al que se enfrentan los ecosistemas marinos en la actualidad (Acuario Inbursa, s.a.).

Esta revisión documental nos permite tener un panorama general sobre lo que se comunica o exhibe dentro de los medios masivos de comunicación entorno a los arrecifes de coral. A pesar de que existen varios intentos y grandes iniciativas por reforzar el conocimiento,

---

<sup>52</sup> Para saber más sobre el programa [AQUÍ]

percepciones y actitudes que la población tiene respecto a los mismos, estos siguen siendo contados.



## CAPÍTULO IV

¿Qué tanto  
conoce el  
público sobre  
los arrecifes  
de coral?

## **4.1. Metodología**

Vincent (2011) describe la necesidad de entender cómo la sociedad se conecta con los ecosistemas marinos para involucrar, de manera efectiva, a las audiencias en la conservación de estos sitios. Bajo este supuesto, resulta necesario diseñar e implementar una encuesta que aborde el conocimiento, percepción y actitudes que el público tiene respecto a los arrecifes coralinos. Este estudio es la línea base para el desarrollo de algunas directrices para el diseño de futuras estrategias de comunicación sobre arrecifes coralinos en México.

La encuesta se realizó en línea en el año 2016, y estuvo dirigida a jóvenes y adultos mexicanos (n=1,113) con el fin de recopilar los conocimientos y percepciones que los participantes tienen sobre los arrecifes de coral, así como las principales fuentes de información a través de las cuales obtienen información científica en general.

### **4.1.1. Diseño de la encuesta**

El cuestionario se desarrolló a través del formulario de Google y contó con veintinueve preguntas, veinticinco de las cuales fueron cerradas o de opción múltiple, lo cual facilita la tabulación de los resultados (Sabino, 2000), mientras que el resto fueron preguntas abiertas, ya que el rango de posibles respuestas era más amplio. Cabe mencionar que la muestra de esta encuesta se encuentra sesgada a una población con acceso a Internet.

La encuesta se estructuró en ocho secciones: 1) perfil socio demográfico de los encuestados; 2) consumo de medios de comunicación; 3) conceptos básicos sobre arrecifes coralinos; 4) distribución de arrecifes de coral en México y/o zonas geográficas asociadas a corales; 5) servicios ecosistémicos en arrecifes coralinos; 6) amenazas a las que se enfrentan; 7) instituciones y organizaciones dedicadas a la conservación de los arrecifes de coral; y 8) la opinión pública sobre el financiamiento e investigación de estos ecosistemas.

### **4.1.2. Distribución de la encuesta**

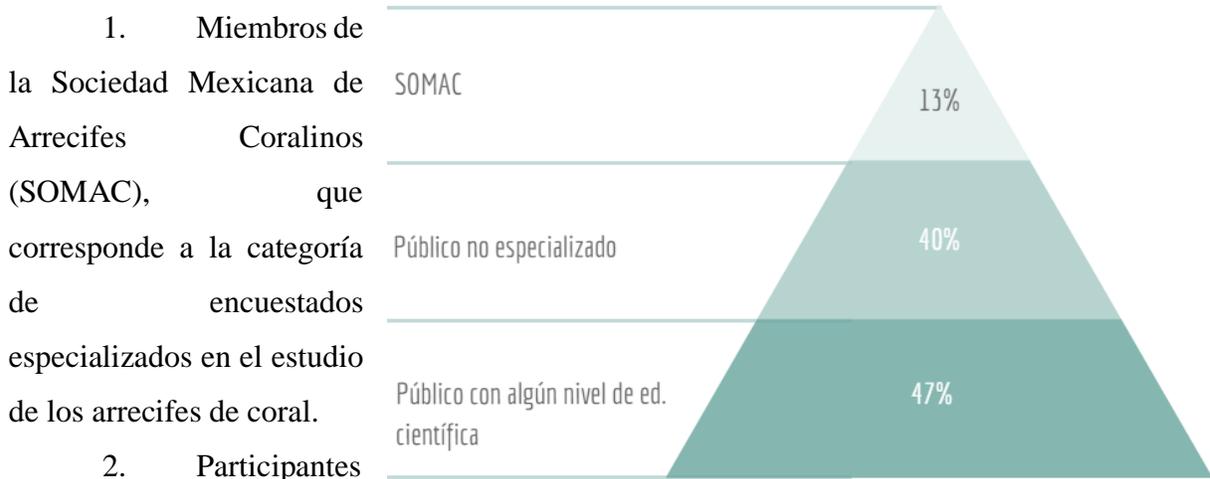
La encuesta se publicó en la página oficial de la Sociedad Mexicana de Arrecifes Coralinos y se distribuyó a través de correo electrónico y redes sociales. La recopilación de datos abarcó un período de veinte días entre el 29 de abril y el 18 de mayo de 2016. La muestra abarcó un total de 1,113 encuestados. El margen de error máximo para esta muestra fue de  $\pm$

2.9%, considerando una población total de 86, 355, 700 mexicanos que se encuentran entre los 15 y +80 años (INEGI, 2015)

### 4.1.3. Análisis de resultados

Se utilizó el programa de cálculo Microsoft Excel para tabular los datos arrojados por la encuesta, así como para calcular las frecuencias y porcentajes de las respuestas obtenidas por cada grupo. Por otro lado se utilizó el Programa “R” para realizar una prueba de  $\chi^2$  de Pearson con el fin de determinar si el nivel académico de los encuestados influye en el conocimiento que tienen sobre los arrecifes coralinos.

Los encuestados fueron divididos dentro de tres grupos predominantes: público especializado (SOMAC), público no especializado y público con algún nivel de educación científica.



1. Miembros de la Sociedad Mexicana de Arrecifes Coralinos (SOMAC), que corresponde a la categoría de encuestados especializados en el estudio de los arrecifes de coral.

2. Participantes no especializados, en el que se incluyen los encuestados que dijeron contar con algún nivel de educación básica, media superior y/o superior no científica.

3. Participantes con algún nivel de educación científica, en el que se incluían a los encuestados con un nivel de educación superior en áreas científicas, ya sean licenciaturas o posgrados en cualquier disciplina.

## 4.2. Perfil sociodemográfico de los encuestados

Se incluyeron preguntas sociodemográficas estándar (edad, género, lugar de residencia y nivel educativo), así como una pregunta sobre la interacción de los encuestados con los

arrecifes de coral, esto con el fin de esbozar si los encuestados habían tenido alguna experiencia directa con arrecifes de coral o comunidades coralinas.

El análisis sociodemográfico reveló que gran proporción de los encuestados (56%) eran adultos jóvenes entre los 18 y 30 años, siendo el género femenino el predominante con un 57% de la muestra total. La **Tabla 6** resume las características sociodemográficas de cada grupo encuestado.

**Tabla 6.** Características sociodemográficas de los tres grupos encuestados

Característica	SOMAC n=148 (100%)	Público no especializado n=441 (100%)	Público con algún nivel de ed. Científica n=524 (100%)
1. Género			
Masculino	78 (53%)	191 (43%)	217 (41%)
Femenino	70 (47%)	250 (57%)	307 (59%)
2. Grupo de edad			
15-17 años	0 (0%)	52 (12%)	0 (0%)
18-24 años	15 (10%)	179 (41%)	198 (38%)
25-30 años	45 (30%)	55 (12%)	132 (25%)
31-40 años	48 (32%)	62 (14%)	93 (18%)
41-50 años	21 (14%)	63 (14%)	51 (10%)
51-60 años	16 (11%)	23 (5%)	40 (8%)
Más de 60 años	3 (2%)	8 (2%)	10 (2%)
3. Lugar de residencia			
A menos de 30 km de la costa	104 (70%)	136 (31%)	211 (40%)
A más de 30 km de la costa	44 (30%)	305 (69%)	313 (60%)
4. ¿Has visitado un arrecife?			
Sí	147 (99%)	228 (52%)	392 (75%)
No, pero he visto fotos/videos	1 (1%)	203 (46%)	129 (25%)
No, nunca he visto cómo son	0 (0%)	8 (1%)	3 (1%)
Otro	0 (0%)	2 (1%)	0 (0%)

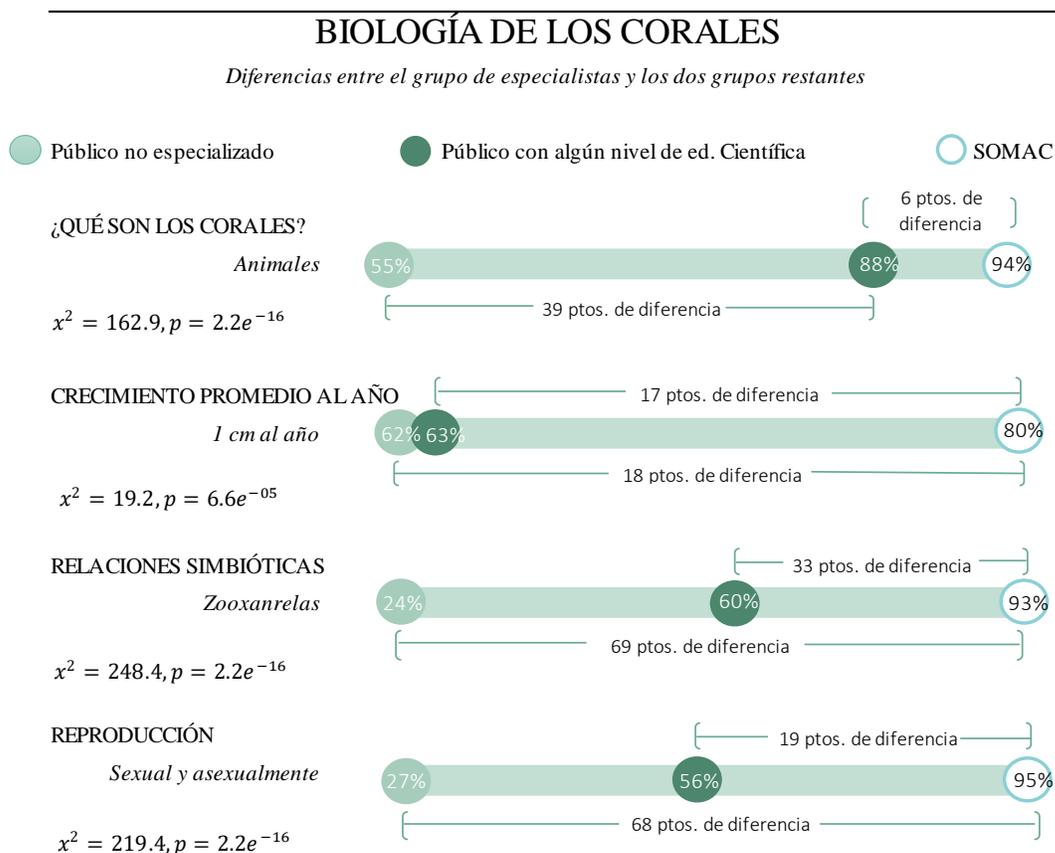
### 4.3. Resultados y discusión

#### Conocimiento alrededor de los arrecifes coralinos

##### 4.3.1. Biología de los corales

Como se esperaba, el nivel educativo de los encuestados tuvo un impacto positivo y significativo ( $p < 0.05$ ) en los niveles de conocimiento sobre los arrecifes de coral, ya que aquellos que forman parte de la SOMAC estaban mejor versados en estos términos en comparación con los dos grupos restantes, los cuales tienen problemas para identificar conceptos clave sobre estos ecosistemas (Fig. 2).

Esto concuerda con los niveles de autoevaluación reportados por los encuestados, en donde se les preguntó: “¿En general, qué tan bien informado se considera usted entorno a los arrecifes coralinos?”. La mayoría de los encuestados que no pertenecen a la SOMAC indicaron estar desinformados cuando se trata de temas relacionados con los corales, menos de la mitad (46%) reportó tener un nivel superficial y el 5% un nivel nulo (Anexo 2).



**Figura 2.** Diferencias en el nivel de conocimiento sobre arrecifes de coral entre los tres grupos encuestados.

Los resultados presentados en esta sección sugieren que los encuestados no tienen una fuerte comprensión de muchos conceptos clave de los arrecifes coralinos. Este hallazgo se suma a un número creciente de estudios que han revelado bajos niveles de conocimiento respecto a

diferentes temas marinos entre diferentes audiencias alrededor del mundo (Ocean Project, 1999; The Coral Reef Foundation & SeaWeb, 2002; AAAS, 2004; Steel *et al.* 2005; Oigman-Pszczol (2007); Ocean Project, 2009; Plankis y Marrero, 2010).

La falta de conocimiento ha sido identificada como una de las principales razones por las cuales el público no se involucra de manera directa en actividades ambientales (McKenzie-Mohr *et al.* 1995), por lo que fortalecer el conocimiento que el público tiene sobre los arrecifes coralinos es indispensable para fomentar un cambio de comportamiento que favorezca la conservación de estos sitios.

Por otro lado, un análisis más detallado reveló que los residentes de zonas costeras se encuentran ligeramente mejor versados ( $p < 0.05$ )

en comparación con los encuestados que residen en áreas no costeras (Tabla 7)

Esto sugiere que la proximidad jugó un rol importante en el conocimiento que los encuestados tienen sobre los arrecifes coralinos, lo cual puede deberse a que los residentes de zonas costeras están más familiarizados con estos sitios, ya que los experimentan e interactúan de manera directa.

Esto es consistente con otras investigaciones (Miller, 2005; Bögeholz, 2006; Jefferson, *et al.*, 2014) en donde la experiencia y el ambiente en el que se desarrollan los individuos tuvo un impacto positivo en el conocimiento y comportamiento pro ambiental de los mismos.

**Tabla 7.** Respuestas de acuerdo al lugar de residencia de los encuestados.

	Costa n=451 (100%)	No costa n=662 (100%)
1. Los corales son...		
<i>Animales</i>	385 (85%)	474 (72%)
<i>Otro</i>	66 (15%)	188 (28%)
	$\chi^2 = 28, p = 1.1e^{-07}$	
2. Reproducción		
<i>Sexual y asexualmente</i>	274 (61%)	283 (43%)
<i>Otro</i>	117 (39%)	379 (57%)
	$\chi^2 = 63.8, p = 1.3e^{-15}$	
3. Relaciones simbióticas		
<i>Zooxantelas</i>	313 (69%)	257 (39%)
<i>Otro</i>	138 (31%)	405 (61%)
	$\chi^2 = 99.1, p = 2.2e^{-16}$	
4. Crecimiento promedio anual		
<i>1 cm al año</i>	307 (68%)	410 (62%)
<i>Otro</i>	144 (32%)	252 (38%)
	$\chi^2 = 4.1, p = 0$	

### 4.3.2. Distribución de comunidades coralinas en México

Los resultados indican que el público encuestado tiene presente la existencia de estos ecosistemas en un gran número de sitios dentro de nuestro país (Fig. 3), siendo el Mar Caribe (Tabla 8) una de las zonas más representativas o más mencionadas por los mismos.

**Tabla 8.** Zonas en las que los encuestados reconocen la existencia de arrecifes coralinos en México.

	Público no especializado n=441 (100%)	Público con algún nivel de ed. Científica n=524 (100%)	SOMAC n=148 (100%)
1. Mar Caribe	299 (68%)	464 (89%)	146 (99%)
2. Golfo de México	231 (52%)	382 (73%)	137 (93%)
3. Océano Pacífico	253 (57%)	360 (69%)	127 (86%)
3. No sé	17 (4%)	10 (2%)	0 (0%)

\*Los encuestados mencionaron una o más opciones

De manera más detallada se le pidió al público encuestado que nombrara uno o más sitios en los cuales pueden encontrarse corales o arrecifes de coral. En total, los encuestados nombraron 89 sitios (Anexo 7, Anexo 8 y

Anexo 9). Sin embargo, sólo 71 de éstos son hábitat de corales (Fig. 3).



**Fig 3.** Comunidades coralinas o arrecifes de coral que los encuestados identificaron correctamente en México.

### 4.3.3. Servicios ecosistémicos

Bajo el supuesto de que la percepción del público determina el valor que éste le otorga a los recursos naturales (Nazarea *et al.* 1998) y que los individuos que valoran el ambiente que los rodea son más propensos a ejercer un sentido de responsabilidad sobre los mismos (Mckinley y Fletcher, 2011), resulta interesante visualizar un pequeño panorama de cómo los jóvenes y adultos encuestados, con diferentes niveles educativos, perciben el uso y valor de los arrecifes coralinos.

Para fines de esta investigación, entenderemos como servicios ecosistémicos todos aquellos bienes o servicios derivados de los ecosistemas y que representan algún beneficio para las poblaciones humanas de manera directa o indirecta. Entre estos se encuentran los 1) servicios de provisión, que se refiere a los beneficios materiales que las personas obtienen de los ecosistemas (e.g. suministro de alimentos, agua, fibras, madera y combustible); 2) de soporte, los cuales son necesarios para la producción de los demás servicios ecosistémicos (e.g. mantenimiento de la diversidad genética); 3) de regulación, los cuales son los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos ecosistémicos (e.g. regulación de la calidad del aire, fertilidad de suelos, control de biológico de plagas, polinización); 4) y culturales, en los que se incluyen todos aquellos beneficios inmateriales que las personas obtienen de los ecosistemas (e.g. fuente de inspiración, identidad cultural y espiritual) (Costanza, *et al.* 1997; Daily, 1997; Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Cabe mencionar que se evitó de manera deliberada usar el término “servicios ecosistémicos” dentro de la pregunta con el fin de garantizar que los encuestados no tuviesen dificultad en entender el término. Aunque fue evidente que el público encuestado está consiente de manera implícita del concepto de servicios ecosistémicos en la práctica.

Los encuestados en este estudio tienen una clara comprensión de la importancia de los arrecifes coralinos sobre todo cuando se trata de los servicios culturales o de provisión que proporcionan, los cuales fueron los más valorados por los mismos.

Más del 90% de los encuestados en cada grupo indicó que el hábitat de especies residentes y transitorias es uno de los principales servicios que brindan los arrecifes de coral,

seguido de la derrama económica del sector turístico. La [Tabla 9](#) resume los principales bienes y servicios que los encuestados perciben.

Aparentemente existe una correlación positiva ( $p < 0.05$ ) entre el nivel de conocimiento de los encuestados y el conocimiento que estos tienen sobre los servicios que brindan estos ecosistemas, sin embargo existen diversos factores, más allá del nivel de conocimiento, que determinan el valor que los individuos le otorgan al ambiente lo cual los hace propensos a actuar de manera positiva en el cuidado de diferentes ecosistemas ([Jensen, 2010](#)).

**Tabla 9.** Principales servicios ecosistémicos identificados por los encuestados.

	Público no especializado n=441 (100%)	Público con algún nivel de ed. Científica n=524 (100%)	SOMAC n=148 (100%)
<b>1. Servicios ecosistémicos</b>			
a. Sirven de hábitat para muchas especies	396 (90%)	488 (93%)	139 (94%)
b. Son sitios de interés turístico o recreacional que proporcionan beneficios económicos	317 (72%)	447 (85%)	146 (99%)
c. Son ingredientes activos de algunos medicamentos y productos químicos	102 (23%)	245 (47%)	108 (73%)
d. Funcionan como registro o indicadores de cambio climático	255 (58%)	449 (86%)	142 (96%)
e. Funcionan como protección costera	299 (68%)	446 (85%)	147 (99%)
f. Son fuente de alimento para los seres humanos	58 (13%)	159 (30%)	99 (67%)
g. Su diversidad biológica es relevante	293 (66%)	439 (84%)	132 (89%)
h. Son benéficos para la industria pesquera incluso a escala artesanal	136 (31%)	315 (60%)	136 (92%)
i. Proporcionan servicios biogeoquímicos	116 (26%)	300 (57%)	121 (82%)
j. Proporcionan servicios socio-culturales	95 (22%)	237 (45%)	116 (78%)
k. Otro	11 (2%)	8 (2%)	3 (2%)

\*Los encuestados mencionaron una o más opciones

#### 4.3.4. Amenazas

En esta sección se muestra la opinión que tienen los grupos encuestados cuando se trata de las principales amenazas a las que se enfrenta los arrecifes coralinos y las implicaciones que esta degradación tiene sobre estos y sobre los servicios que proporcionan.

La [Tabla 10](#) resume los principales problemas que enfrentan los arrecifes coralinos de acuerdo a los encuestados. Curiosamente, las respuestas arrojadas por los diferentes grupos encuestados son similares, lo cual sugiere que, independientemente de su nivel educativo, tienen

una percepción clara de que los arrecifes coralinos se encuentran actualmente degradados debido a diversos factores antropogénicos. Esto es consistente con otras investigaciones en las que existe un consenso respecto a las principales amenazas a las que se enfrentan los ecosistemas marinos (Moscardo, *et al.* 2001; Steel *et al.* 2005; Fletcher *et al.*, 2009; Guest *et al.* 2015).

**Tabla 10.** Principales factores que amenazan a los arrecifes coralinos y las posibles consecuencias de esta degradación de acuerdo a los encuestados.

	Público no especializado n=441 (100%)	Público con algún nivel de ed. Científica n=524 (100%)	SOMAC n=148 (100%)
<b>1. Factores que amenazan de manera más recurrente a los arrecifes coralinos</b>			
a. Incremento de la temperatura de los océanos por cambio climático	322 (73%)	470 (90%)	144 (97%)
b. Sobreexplotación pesquera	256 (58%)	354 (68%)	134 (91%)
c. Derrame de hidrocarburos	348 (79%)	457 (87%)	119 (80%)
d. Deportes y buceo no responsable	317 (72%)	448 (85%)	136 (92%)
e. Cambio de uso de suelo y deforestación	190 (43%)	324 (62%)	127 (86%)
f. Pesca de arrastre	242 (55%)	402 (61%)	127 (86%)
g. Descarga de aguas residuales	269 (61%)	477 (91%)	140 (95%)
h. Acidificación de océanos	300 (68%)	429 (82%)	132 (89%)
i. Desarrollo costero acelerado	256 (58%)	398 (76%)	140 (95%)
j. Eutrofización	75 (17%)	263 (50%)	121 (82%)
k. Otro	16 (4%)	20 (4%)	10 (7%)
<b>2. Impactos de la degradación de los arrecifes coralinos</b>			
a. Pérdida de la función de protección costera	273 (62%)	410 (78%)	139 (94%)
b. Pérdida de hábitat para ciertas especies	422 (96%)	507 (97%)	146 (99%)
c. Blanqueamiento de corales	258 (59%)	445 (85%)	145 (98%)
d. Pérdidas económicas para el sector turístico	222 (50%)	339 (65%)	111 (75%)
e. Reducción de industria pesquera	158 (36%)	299 (57%)	118 (80%)
f. Otro	5 (1%)	24 (5%)	6 (4%)

\*Los encuestados mencionaron una o más opciones

El 84% de la muestra total considera el incremento en la temperatura oceánica debido al cambio climático como una de las amenazas más presentes, lo cual es consistente con el escenario actual de los ecosistemas marinos, en donde el cambio climático (anomalías en la temperatura oceánica, acidificación oceánica y radiación ultravioleta) se sitúa como uno de los principales factores que amenazan a estos ecosistemas de manera global (Halpern *et al.* 2015).

El derrame de hidrocarburos (83%) fue la segunda amenaza más reconocida por los encuestados, seguido de la práctica no responsable de deportes acuáticos (81%) y la descarga de aguas residuales (80%).

Otras causas de degradación como eutrofización, sobreexplotación pesquera, cambio de uso de suelo y deforestación no fueron ampliamente reconocidas por los encuestados (Tabla 10) y varias amenazas fueron mencionadas una sola vez (Anexo 3). Entre estas se incluye “falta de educación”, “encallamientos”, “extracción de corales”, “poca participación social y política”, “falta de planeación e integración de áreas naturales protegidas”, etcétera.

#### **4.3.5. Impactos de la degradación**

Cuando se les preguntó a los encuestados sobre las principales consecuencias derivadas de estas amenazas (Tabla 10), los impactos ecológicos como la pérdida de hábitat (97%), el blanqueamiento de corales (76%) y la pérdida de la función de protección costera (74%), fueron los aspectos más mencionados por los mismos.

Por otro lado, y a pesar de que se estima que el 10% de la población mundial depende directa o indirectamente de los arrecifes coralinos (Burke *et al.* 2011) y que estos son fuente de inspiración y admiración (López y Polanco, 1991) para la misma, los impactos sociales, culturales y económicos no son percibidos por los encuestados como las principales consecuencias de la degradación de estos ecosistemas.

De acuerdo con Jefferson, *et al.* (2014) esto puede deberse principalmente a que existe una disociación espacial y cognitiva entre el público y los ecosistemas marinos, ya que estos ecosistemas se perciben como lugares distantes cuyos beneficios e impactos pueden parecer lejanos, sin mencionar que se ha documentado que el público retiene más información sobre aquellas áreas o lugares a los cuales se sienten apegados o cercanos (Ressurreição *et al.* 2012).

Esto apunta a la necesidad de pensar en diferentes formas de comunicar el conocimiento científico alrededor de los arrecifes coralinos de manera más efectiva al público en general de tal forma que no sólo esté informado, sino que promuevan un sentido de compromiso por el cuidado de estos ecosistemas, sobre todo entre el público que reside en zonas lejanas a estos ecosistemas.

### 4.3.6. Medidas de conservación

Por otra parte, este estudio buscó conocer las opiniones del público encuestado respecto a los principales instrumentos, políticas y actividades enfocadas en la recuperación positiva de los arrecifes coralinos dentro del país.

Como se muestra en la [Tabla 11](#), los encuestados favorecieron la elaboración e implementación de programas de educación ambiental (87%); la implementación de leyes más estrictas sobre aquellos sectores económicos que impactan negativamente la conservación de estos ecosistemas (88%); y la creación de áreas marinas protegidas (88%).

Fue evidente que el público encuestado tiene una actitud positiva respecto a la implementación de diversas herramientas que favorecen la conservación de los arrecifes coralinos, sin embargo sería interesante y necesario profundizar en la disposición que tiene el público para participar en este tipo de actividades, ya que se ha hecho énfasis en la necesidad de involucrar al público de manera directa en este tipo de actividades con el fin de promover una mayor responsabilidad personal por la salud de los ecosistemas marinos ([McKinley y Fletcher, 2011](#)).

**Tabla 11.** Alternativas para proteger, restaurar y/o recuperar positivamente los arrecifes coralinos.

	Público no especializado n=441 (100%)	Público con algún nivel de ed. Científica n=524 (100%)	SOMAC n=148 (100%)
<b>1. Alternativas para la restauración y conservación de los arrecifes coralinos</b>			
a. Cerrar el acceso al turismo en determinadas zonas arrecifales	274 (62%)	362 (69%)	116 (78%)
b. Elaborar estudios científicos alrededor de estos ecosistemas	268 (61%)	432 (82%)	135 (91%)
c. Crear áreas marinas protegidas	356 (81%)	450 (86%)	125 (84%)
d. Desarrollar proyecto biotecnológicos que fomenten la recuperación de los arrecifes	291 (66%)	408 (78%)	114 (77%)
e. Crear leyes que regulen las actividades económicas dentro de estos ecosistemas	367 (83%)	477 (91%)	137 (93%)
f. Elaborar programas de educación ambiental	353 (80%)	480 (92%)	140 (95%)
g. Crear zonas destinadas a la conservación de estos ecosistemas	381 (86%)	463 (88%)	137 (93%)
i. Otro			

\*Los encuestados mencionaron una o más opciones

Ya que para influir en un cambio de comportamiento las personas no sólo necesitan comprender el problema, sentirse preocupados, responsables y motivados, sino que deben ser capaces de actuar y percibir que los demás están haciendo algo para lograr un objetivo similar (Hartley *et al.* 2015), transformando el rol de los ciudadanos de sujetos pasivos a miembros activos de este proceso.

#### **4.3.7. Protección de arrecifes coralinos: Instituciones y organizaciones.**

Los resultados revelan un conocimiento escaso de los encuestados respecto a la existencia de organizaciones o instituciones dedicadas a proteger y conservar los arrecifes coralinos, con tan sólo el 46% de la muestra total indicando conocer al menos una de estas organizaciones (Anexo 5).

Esto puede sugerir que estas iniciativas son de poco interés para los encuestados o que este tipo de organizaciones no están bien publicitadas o no han podido llegar a diferentes públicos.

Entre las organizaciones e instituciones que mencionaron los encuestados destacan universidades, centros de investigación, instituciones gubernamentales y organizaciones civiles. Los encuestados nombraron alrededor de 100 instituciones, de las cuales sólo 52 se dedicaban realmente a la conservación y/o comunicación de los arrecifes de coral (Anexo 10, Anexo 11 y Anexo 12).

Aquellos que dijeron conocer estas instituciones se encuentran escépticos sobre el trabajo que desarrollan estas organizaciones y/o instituciones (Tabla 12), ya que consideran que la labor que desempeñan no es suficiente para combatir las amenazas a las que se enfrentan los arrecifes de coral actualmente, en este sentido no existieron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los grupos encuestados.

Esto constituye un hallazgo importante y sin duda representa un desafío a la hora de comunicar el trabajo y conocimiento generado sobre los arrecifes coralinos, ya que es un hecho indiscutible que no sólo se trata de repensar la forma en que se brinda información clara y accesible, sino de aumentar la credibilidad y transparencia de estas organizaciones de tal forma que el público visualice el impacto que este tipo de programas e iniciativas tienen sobre la salud de los arrecifes coralinos.

**Tabla 12.** Opinión de los encuestados respecto a la labor de estas organizaciones para garantizar la conservación de los arrecifes coralinos.

¿Crees que su labor es suficiente?	SOMAC n=148 (100%)	Público no especializado n=441 (100%)	Público con algún nivel de ed. Científica n=524 (100%)
No, aún falta más esfuerzo	132 (98%)	112 (91%)	231 (92%)
Sí, su labor es suficiente	-	3 (2%)	3 (1%)
Desconozco	3 (2%)	8 (7%)	18 (17%)

$\chi^2 = 7.6, p = 0.1$

#### 4.3.8. Investigación y financiamiento

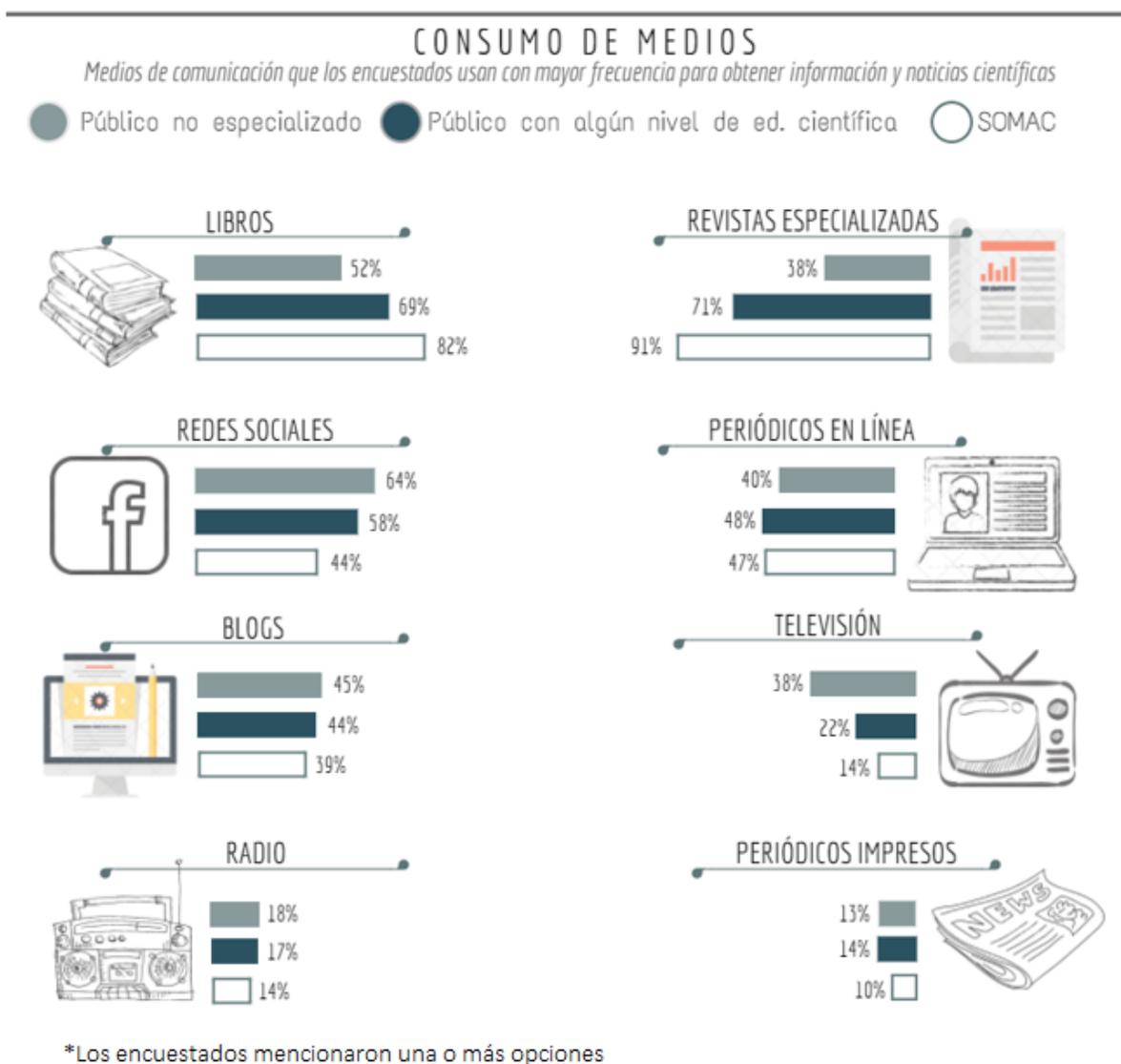
Los encuestados manifestaron una postura positiva con respecto al financiamiento de proyectos de investigación científica en arrecifes coralinos ([Anexo 6](#)). La mayoría de los participantes (88%) reportaron que estas actividades de investigación son benéficas para el país. Sin embargo, ocho de diez encuestados consideran que los fondos destinados al desarrollo de estos proyectos son insuficientes o están mal empleados ([Anexo 1](#)).

Esta visión, aunque positiva, no necesariamente conlleva a la creación de políticas públicas que aumenten el presupuesto destinado a Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI). Además, es importante reconocer que, aunque la inversión y financiamiento es fundamental para el desarrollo de la CTI en México, así como para el desarrollo económico y social del país, esta no es la solución última para fomentar tal desarrollo ([UNAM, 2018](#)).

#### 4.3.9. Uso de medios de comunicación

Uno de los objetivos de la encuesta fue conocer el uso o las consultas que hacen los encuestados a través de los medios de comunicación con fines informativos. Para ello se les preguntó a los encuestados con qué frecuencia utilizaban algunas fuentes para obtener información y noticias de temas de ciencia ([Fig. 4](#)). A pesar del auge que han experimentado los medios electrónicos y el internet en los últimos años, los libros y las revistas especializadas siguen siendo los medios preferidos especialmente para el grupo de especialistas de la SOMAC y del público con algún nivel de educación científica.

Por otro, el público no especializado en temas de ciencia, prefiere las redes sociales (64%) como principal fuente de información científica, seguido de libros (52%), blogs (45%) y periódicos en línea (40%). Aunque cabe señalar que los encuestados dentro de este grupo que sólo alcanzaron un nivel básico de estudios prefieren la televisión sobre otras fuentes de información



**Figura 4.** Consumo de medios de los encuestados.

Una primera conclusión sobre el por qué este grupo prefiere medios electrónicos e internet puede deberse a que la edad juega un papel considerable en cuanto al uso de este tipo de medios (Tandon, 2007), y es en este grupo donde se situaron más jóvenes entre 18 y 30 años,

quienes dijeron usar con mayor frecuencia las redes sociales (67%) y los blogs (50%) para obtener información científica.

El 61% del público no especializado dijo no haber alcanzado un grado máximo de estudios de nivel básico o nivel medio superior, y el resto estudió alguna licenciatura no científica. El acceso a la información científica de primera mano puede dificultarse para este grupo, por lo que recurrir a fuentes alternativas como la televisión y el internet pueden ser opciones sencillas e inmediatas para obtener este tipo de información.

Esto concuerda con otras investigaciones en donde a nivel nacional se ha reportado en las últimas décadas que los medios de comunicación masiva, sobre todo el internet y la televisión, figuran como las principales fuentes de información científica y tecnológica a las que el público mexicano recurre (UNAM, 2015).

Para el caso de esta tesis, fue evidente que el internet se ha consolidado, en los encuestados, como una fuente de información bastante recurrente. Esto sugiere que el desarrollo y mantenimiento de plataformas electrónicas que brinden información acerca del conocimiento científico que se desarrolla alrededor de los arrecifes coralinos puede ser una gran herramienta para divulgar estos ecosistemas.

#### **4.3.10. Interés en los arrecifes coralinos**

Para concluir la encuesta, se les preguntó a los encuestados cuáles eran los temas que más les gustaría conocer acerca de los arrecifes coralinos. En general, el público mostró interés por un gran número de temas (Tabla 13), sobre todo los relacionados con los efectos del cambio climático en los corales y la protección de los mismos.

Esto abre la posibilidad de no sólo fortalecer el conocimiento que el público tiene sobre los arrecifes coralinos, sino de responder a los intereses, dudas y curiosidades que el público tiene sobre los mismos.

**Tabla 13.** Temas de interés para los encuestados respecto a los arrecifes coralinos.

	Público no especializado n=441 (100%)	Público con algún nivel de ed. Científica n=524 (100%)	SOMAC n=148 (100%)
<b>1. Temas de interés</b>			
a. Ciclo de vida de los corales.	285 (65%)	270 (53%)	78 (53%)
b. ¿Qué podemos hacer para protegerlos aunque vivamos lejos del mar?	327 (74%)	357 (68%)	79 (53%)
c. Cuidados necesarios al visitar un arrecife.	302 (68%)	258 (49%)	60 (41%)
d. Cómo afecta la basura y los desechos a los organismos arrecifales.	251 (57%)	291 (56%)	72 (49%)
e. Efectos del cambio climático sobre los arrecifes.	309 (70%)	382 (73%)	105 (71%)
f. Lugares en los que podemos encontrar arrecifes coralinos.	258 (59%)	235 (45%)	51 (34%)
g. Beneficios que proporcionan los arrecifes de coral al ambiente y otros organismos.	392 (66%)	320 (61%)	73 (49%)
h. Beneficios que proporcionan a los seres humanos.	244 (55%)	278 (53%)	70 (47%)
i. Factores que amenazan a estos ecosistemas.	392 (66%)	324 (62%)	85 (57%)
j. Instituciones dedicadas a conservar y proteger los arrecifes de coral.	268 (61%)	336 (64%)	82 (55%)
k. ¿Cómo se relacionan los corales con otras disciplinas científicas además de la biología?	172 (39%)	249 (48%)	76 (51%)
l. Áreas Naturales Protegidas que cuentan con arrecifes coralinos.	306 (69%)	348 (66%)	87 (59%)
m. Otro.	12 (3%)	25 (5%)	16 (11%)

\*Los encuestados mencionaron una o más opciones

#### **4.4 Consideraciones finales sobre este capítulo**

Estos resultados apuntan a la necesidad de desarrollar nuevas estrategias y enfoques de comunicación, que permitan incrementar el conocimiento científico acerca de los arrecifes coralinos entre el público de manera más efectiva y, que en el mejor de los casos, permitan involucrar al público de manera significativa en la conservación de estos ecosistemas.

Por otro lado, existen algunas limitaciones en el presente estudio. En primer lugar, el estudio se limitó a un público con acceso a Internet y no puede conducirse a generalizaciones. La difusión de la encuesta a través de diversos medios, que incluyan poblaciones sin acceso a este recurso, prodría contribuir a una mayor precisión de la conclusión. En segundo lugar, la naturaleza de las preguntas de opción múltiple solo proveen una simple visión de cómo los encuestados conciben y conocen los arrecifes coralinos. Además, existen fallas en el diseño de esta encuesta (e.g. las respuestas en las preguntas de opción múltiple presentan términos especializados, como “servicios biogeoquímicos”, que no fueron definidos dentro de la encuesta).

Igualmente, es importante mencionar que las audiencias públicas raramente son homogéneas en sus percepciones, ya que existen variables de influencia (e.g. edad, género, valores sociales, proximidad a la costa, estrato socioeconómico) que determinan el valor que los individuos le dan a un recurso en particular, en este caso los arrecifes de coral. Esto refleja que dentro de una misma sociedad pueden existir múltiples audiencias, y el hecho de que este estudio se basara en un público con acceso a Internet no quiere decir que la percepción de otras audiencias (e.g. pescadores, tomadores de decisiones, comunidades rurales e indígenas, etcétera) no sea valiosa o no deba tomarse en consideración en futuros estudios.

A pesar de ello, y hasta donde sabemos, este es el primer intento de evaluar el conocimiento y percepciones que jóvenes y adultos mexicanos tienen sobre estos ecosistemas. Los resultados de este estudio, junto con investigaciones futuras, contribuirán de manera significativa al desarrollo de nuevas estrategias de comunicación sobre arrecifes de coral en el país, ya que brindan información sobre los principios claves para influir en diversas audiencias y provocar cambios en su comportamiento.



# CAPÍTULO V

¿Hacia dónde  
dirigir los  
esfuerzos de  
comunicación de los  
arrecifes de coral  
en México?

El presente capítulo describe la propuesta de algunas directrices para el diseño de futuras estrategias de comunicación sobre arrecifes coralinos en México. La propuesta está orientada, principalmente, a los miembros de la SOMAC, con la finalidad de facilitar la divulgación de sus investigaciones, fomentar al cuidado y conservación de estos ecosistemas en el país. Los resultados descritos en el capítulo anterior proporcionan una línea base para el desarrollo de esta propuesta.

Resulta relevante mencionar que, aunque esta tesis se centró en el conocimiento científico que los encuestados poseen en relación con los arrecifes coralinos, esta tesis reconoce las diferencias epistémicas de las diversas audiencias involucradas en la conservación y protección de tan importantes ecosistemas. De igual forma, reconoce las aportaciones que las culturas tradicionales y los conocimientos locales tienen en el aprovechamiento sostenido de estos ecosistemas.

### **5.1. Temas clave para la comunicación científica de los arrecifes coralinos**

En base al conocimiento e intereses del público encuestado se sugiere abordar y reforzar los siguientes temas claves para el diseño de futuras estrategias de comunicación que integren el conocimiento local con el científico:

1. Cambio climático y sus efectos en comunidades coralinas.
2. Desarrollo y reproducción de corales.
3. Importancia de la diversidad genética en arrecifes para la investigación médica y farmacéutica.
4. Efectos de la transformación del territorio costero en las comunidades coralinas.
5. Cambio de uso de suelo, deforestación, eutrofización y su efecto en las comunidades coralinas.
6. Servicios socio-culturales y biogeoquímicos proporcionados por estos ecosistemas.
7. Impacto económico de la industria pesquera en arrecifes de coral.
8. Medidas precautorias para turistas durante la inmersión a un arrecifes de coral.
9. Acciones individuales y colectivas para conservar los arrecifes coralinos desde los centros urbanos.

## 5.2. La comunicación en la era digital

En cuanto al uso de medios, fue evidente que el internet se ha consolidado, al menos para este público encuestado, como una fuente de información bastante recurrente, lo que sugiere que el uso de plataformas electrónicas puede ser una gran herramienta para la divulgación de los arrecifes coralinos, especialmente entre adultos jóvenes.

Además se ha reconocido que estas plataformas se han convertido en herramientas indispensables y formidables para que los comunicadores de la ciencia capten la atención de su público (Hwong *et al.* 2017), y debido a su alcance figuran como herramientas potencialmente poderosas cuando se comunica la ciencia (Bik y Goldstein, 2013).

Diversos autores consideran que el internet es la expresión más importante del nuevo paradigma tecnológico, convirtiéndose en una de las mejores herramientas para vincular ciencia y público (Castells, 2001; Lederbogen y Trebbe, 2003) en la medida que plantea una opción de comunicación diferente a las convencionales (Portugal, 2006), proporcionando una variedad cada vez más grande de herramientas web que han comenzado a ser explotadas por el ámbito científico (Bik y Goldstein, 2013).

Por otro lado, es un medio que permite generar materiales audiovisuales y transmitir información científica de manera inmediata, e incluso en tiempo real, rompiendo paradigmas temporales y espaciales (Bates, 1999; Castells, 2001; Lederbogen y Trebbe, 2003), al mismo tiempo que proporciona un espacio informativo casi ilimitado con la posibilidad de hacer uso de recursos gráficos que resulten persuasivos para el público al que van dirigidos (Portugal, 2006).

Dentro de estos medios se encuentran las redes sociales, las cuales han cambiado fundamentalmente la forma en la que las personas comunican ideas e información (Darling *et al.* 2013) moldeando significativamente la naturaleza del discurso social, político y científico (Voytek, 2017).

Estas redes han traído consigo el desarrollo de nuevas herramientas para la comunicación de la ciencia (Bik y Goldstein, 2013), y por consiguiente nuevas oportunidades para promover un compromiso público con la ciencia (Luzón, 2013; Soto *et al.* 2016; Smith, 2016) de manera

rápida y a una mayor audiencia, facilitando el contacto directo entre científicos y el público (Thaler *et al.* 2012).

Recientemente redes como Facebook y Twitter, han experimentado un acelerado crecimiento en la última década (Bik y Goldstein, 2013) y México no queda exento de este crecimiento, ya que ocupa el lugar número cinco en el ranking de países que más utiliza Facebook (por cantidad de usuarios) con 83 millones de usuarios<sup>53</sup>.

A pesar de los múltiples beneficios y oportunidades que el Internet y las redes sociales ofrecen, es necesario identificar que también existen ciertas problemáticas que deben ser abordadas. Los miembros de la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica (SOMEDICyT), en su Primera Reunión de Divisiones Profesionales identificaron los siguientes problemas en el campo de Internet para la divulgación (Salazar, 2013):

1. Existe una sobreabundancia de contenidos con calidad desigual, lo que dificulta la capacidad del público para discernir entre contenidos de buena o mala calidad, sin mencionar que la existencia de motivaciones particulares de grupos concretos ha generado el crecimiento desordenado de contenidos disfrazados de ciencia que en realidad son pseudociencias<sup>54</sup> o fake news<sup>55</sup>.
2. El uso de Internet trae consigo ciertas consecuencias indeseables (e.g. mermas en la calidad de los contenidos, dificultad para encontrar contenido fiables, proclividad a una lectura superficial).

En este sentido, es importante recordar que no existen razones para que las pautas éticas tradicionales, la verificación de la información, y el rigor que exige el quehacer científico, no se apliquen en el mundo de Internet. Esto garantiza que los contenidos divulgados a través de esta red sean confiables.

---

<sup>53</sup> The Statistics Portal [AQUÍ] [Consultado el 20 de Enero de 2016]

<sup>54</sup> Esta se caracteriza por “la falta de objetividad científica y exceso de apasionamiento, por la defensa de hipótesis a priori (...) que no están basadas en observaciones y, muy frecuentemente, por la ausencia de experimentación rigurosa para comprobar la hipótesis y elaborar teorías verdaderamente sólidas” (Altshuler, 2008).

<sup>55</sup> Entiéndase como “toda información fabricada que imita el contenido de los medios de comunicación en forma pero no en el proceso o la intención de la organización” (Lazer *et al.* 2018).

3. Internet sigue siendo una tecnología de élite que puede presentar problemas de conectividad (e.g. disponibilidad, rapidez, confiabilidad de los enlaces), por lo que el contenido que se divulgue a través del mismo excluye a diversas audiencias.

Sin embargo, el ritmo de penetración de Internet dentro de la sociedad mexicana sigue siendo elevado, y se espera que la comunidad con acceso a Internet crezca rápidamente.

A pesar de los retos que supone el uso de Internet y las redes sociales, considero que los especialistas en el conocimiento de arrecifes coralinos deben aprovechar el poder de las redes sociales. Estas permiten acelerar fundamentalmente el ritmo al que se está compartiendo el conocimiento científico entre el público en general, ya que representan un medio económico, veloz y versátil para transmitir este conocimiento. Además, facilitan el contacto directo y retroalimentación entre especialistas y público.

### **5.3. Los recursos gráficos como herramientas en la comunicación de la ciencia**

Tomando en consideración que el uso de redes sociales se ha situado como una fuente importante, a través de la cual el público se informa sobre temas científicos y tecnológicos, es necesario determinar las herramientas más efectivas que permitan comunicar el conocimiento científico a través de las mismas.

Debido a que estas redes cuentan con espacios y extensiones reducidas, se propone el uso de herramientas gráficas que hagan llegar el conocimiento científico alrededor de los arrecifes coralinos entre diversas audiencias. Estas herramientas resultan sumamente útiles en la comunicación de ecosistemas tan importantes, llamativos y coloridos, ya que permiten generar lazos afectivos y cognitivos con el público.

Se ha reconocido que las herramientas gráficas no sólo permiten transmitir información cognitiva de un vistazo (Barry, 1997), sino que ejercen una gran influencia en la formación de nuevas actitudes y cambios de comportamiento (Lazard y Atkinson, 2015), ya que tienen el potencial de generar vínculos emocionales, incluso antes de que un concepto sea entendido cognitivamente, de forma más eficiente que el lenguaje escrito por si solo (Trumbo, 1999; Green y Myers, 2010; Rodríguez y Spencer, 2014).

Por consiguiente, se han convertido en medios importantes cuando se comunica sobre ciencia, ya que permiten mejorar las explicaciones y la comprensión de asuntos científicos a la vez que promueven actitudes más positivas sobre la ciencia en general (Frankel y DePace, 2012).

Dentro de estas herramientas, se encuentran las infografías, las cuales son representaciones visuales de información, datos o conocimientos destinados a aclarar e integrar información compleja de manera rápida y clara a través de su codificación en formas visuales (Smiciklas, 2012).

En particular, las infografías se han situado como las herramientas preferidas para comunicar hallazgos científicos entre la misma comunidad científica y el público no especializado (Frankel y DePace, 2012), debido a que facilitan la transmisión de información científica compleja a través de expresiones creativas y artísticas (Lester, 2011; Pascasio, 2013), haciéndola una fuente de conocimiento importante y única (Li *et al.* 2015).

Además, se ha demostrado que son una estrategia de comunicación confiable con la facultad de generar cambios pro-ambientales en el público al que van dirigidas (Lazard y Atkinson, 2015). Y gracias al auge de redes sociales una sola infografía tiene un alcance potencial de hasta 15 millones de personas (Mashable, 2013), lo que la sitúa como una herramienta relevante en la transmisión de información científica de manera rápida y efectiva (Lazard y Atkinson, 2015), y que sin duda no debe pasar desapercibida a la hora de comunicar el conocimiento alrededor de los arrecifes coralinos, sobre todo a través de este tipo de medios en los cuales el espacio para publicar material escrito es limitado.

Por lo anterior, un equipo multidisciplinario (especialistas en arrecifes coralinos, comunicadores, diseñadores gráficos, mercadólogos, periodistas, artistas, fotógrafos, ilustradores, etc.) podría ser una gran opción para desarrollar iniciativas efectivas de comunicación alrededor de los arrecifes coralinos, ya que permitirá integrar el conocimiento de diversas áreas del conocimiento para superar diversos retos a la hora de comunicar sobre arrecifes coralinos.

Sin embargo, y a pesar de que una estrategia de comunicación basada en recursos gráficos a través de redes sociales es una buena opción para incrementar el conocimiento sobre

arrecifes coralinos debe tenerse en cuenta que aumentar los niveles de conocimiento del público respecto a un tema no necesariamente conduce a actitudes más positivas sobre dicho tema a largo plazo, y que no todo el público tiene acceso a este tipo de herramientas, por lo que el uso de éstas aunado a un enfoque como el de ciencia ciudadana puede ser potencialmente benéfico para la conservación de los arrecifes coralinos a través de diferentes audiencias.

#### **5.4. Ciencia ciudadana para la conservación y comunicación de los arrecifes coralinos**

De acuerdo a los resultados ilustrados en el capítulo anterior, el público encuestado tiene una visión positiva respecto al desarrollo e implementación de programas de educación ambiental, así como del desarrollo de investigaciones científicas en arrecifes de coral. En este aspecto, la ciencia ciudadana representa un enfoque que puede fusionar la investigación y la educación, y potencialmente incrementar la conservación de estos ecosistemas al involucrar al público en estas actividades.

Como mencionan [McKinley y Fletcher \(2011\)](#), involucrar al público de manera directa en las actividades de conservación puede promover una mayor responsabilidad personal por la conservación de los ecosistemas marinos, en este caso los arrecifes de coral.

Uno de los intentos más tempranos por introducir el término *ciencia ciudadana* surge en 1982, en donde la *National Audubon Society* lo utiliza para describir un programa en el que diversos voluntarios colectaban muestras de lluvia, median los niveles de acidez de las mismas y enviaban sus resultados ([Cooper y Lewenstein, 2016](#)).

Más tarde el sociólogo Alan Irwin (1995) publica el libro *Citizen Science*, en donde el término hace referencia a un quehacer científico más democrático y participativo ([Cooper y Lewenstein, 2016](#)). En el trabajo de Irwin se hace énfasis en dos dimensiones de la relación ciencia-ciudadanía: 1) la ciencia debe abordar y atender las necesidades y preocupaciones de los ciudadanos; y 2) el proceso de producción del conocimiento científico puede ser desarrollado y promulgado por los propios ciudadanos, al brindarle al quehacer científico conocimiento local contextualizado y las limitaciones geográficas, políticas y morales que se generan fuera de las instituciones científicas formales, dentro del “mundo real” ([Cooper y Lewenstein, 2016](#)).

En este sentido, el término en sus etapas más tempranas hacía referencia a proyectos científicos diseñados por unidades profesionales que tenían voluntarios, distribuidos geográficamente, que contribuían a estos proyectos a través de la observación y la recopilación de datos (Cooper y Lewenstein, 2016). Más recientemente, se ha utilizado para describir una amplia variedad de proyectos en los cuales los ciudadanos participan en cualquiera de los pasos del método científico, ya sea generando las preguntas de investigación, diseñando métodos, recolectando datos y/o interpretando los resultados. Actualmente, el término es un paraguas para llevar a cabo modelos participativos en la ciencia, en donde se involucra al público no especializado en diversos aspectos de la investigación científica (Dickinson *et al.* 2012; Wiggins y Crowston, 2015).

Se ha argumentado que la ciencia ciudadana puede conducir a una mayor comprensión del contenido científico, así como a transformaciones personales y por consiguiente a cambios de comportamiento ambientalmente más positivos (Groulx *et al.* 2017; Bonney *et al.*, 2016).

Las contribuciones de la *ciencia ciudadana*, no sólo enfocados en arrecifes de coral, se han centrado con frecuencia en el desarrollo de iniciativas de monitoreo biológico, ambiental y de impactos del cambio climático (Cigliano *et al.* 2015; Hesley *et al.* 2017), lo cual responde a un enfoque más temprano del término. Sin embargo, los ciudadanos involucrados en este tipo de iniciativas pueden jugar un rol más activo dentro de la conservación de los arrecifes coralinos, sin tener que limitarse sólo a la recopilación de datos dentro de programas de monitoreo (Hesley, *et al.* 2017).

Tal es el caso de “NaturaLista”, colaboración entre la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y iNaturalist.org (CONABIO, s.a.). “NaturaLista<sup>56</sup>” es un espacio electrónico, en donde, aficionados y profesionales a la observación y la fotografía, puede compartir y registrar los avistamientos de diversas plantas y animales en México. Esta iniciativa tiene un enfoque educativo en donde los usuarios pueden dialogar con otros naturalistas para compartir sus conocimientos sobre flora y fauna, unirse a proyectos y realizar “Bioblitz” (eventos en los que un grupo de personas se reúnen para encontrar la mayor cantidad de especies disponibles).

---

<sup>56</sup> Para consultar la página de NaturaLista [\[AQUÍ\]](#)

Para ejemplificar los beneficios de un enfoque educativo en este tipo de iniciativas, [Hesley y colaboradores \(2007\)](#) demostraron que la implementación de un programa de ciencia ciudadana con un enfoque como este, no sólo incrementó de manera significativa ( $p < 0.05$ ) el conocimiento científico (a nivel ecológico y de restauración) que los participantes tenían respecto a los corales, sino que también les permitió visualizar el papel crítico que los arrecifes de coral juegan en nuestro ambiente y economía, las amenazas que enfrentan y las herramientas disponibles para su protección y conservación a la par que llevaban a cabo programas de restauración en el mundo real, lo cual también contribuyó de manera significativa en las actividades de restauración coralina en zonas degradadas en Miami.

Esto sugiere que el desarrollo e implementación de programas de ciencia ciudadana representa una gran estrategia para involucrar directamente al público en las actividades de conservación en arrecifes coralinos, incrementando o reforzando no sólo el conocimiento que el público tiene respecto a estos ecosistemas, sino permitiéndole crear lazos emocionales, que fomenta el desarrollo de un sentido de responsabilidad sobre los mismos. De acuerdo a [Hartley et al. \(2015\)](#), influir en un cambio de comportamiento las personas no solo necesitan comprender el problema, sentirse preocupados, responsables y motivados, sino que deben ser capaces de actuar y percibir que los demás están obteniendo resultados a partir de un objetivo. Lo cual puede ser logrado a través de este enfoque en donde se transforma el rol de los ciudadanos de sujetos pasivos a miembros activos en el proceso de conservación de los arrecifes coralinos.

Además, como [Hesley et al. \(2017\)](#) sugieren, la ciencia ciudadana aunada a un enfoque educativo puede incrementar el potencial para comunicar y conservar los arrecifes coralinos. Esto permite incorporar los siete principios fundamentales de la alfabetización oceánica, que a partir de un enfoque de educación marina puede fácilmente incorporarse en la comunicación de los arrecifes coralinos. En este sentido, se trata de generar procesos de ciencia ciudadana en donde los participantes no sólo recolecten datos, sino que puedan tener capacitaciones sobre cómo ejecutar adecuadamente métodos de muestreo, y que paralelamente puedan entablar diálogos bidireccionales que se den de manera lúdica, e involucrando diferentes expresiones artísticas, entre la ciudadanía y el público especializado en arrecifes coralinos.

## 5.5. Alfabetización oceánica

La *alfabetización oceánica* es un término que surge en el 2004 en Estados Unidos gracias a la iniciativa de científicos y educadores oceánicos preocupados por la degradación de los ecosistemas marinos y la falta de temas oceánicos en la currícula escolar de los niveles K-12 (Strang, 2008). Tiene el objetivo de fomentar la creación de una sociedad más alfabetizada en temas oceánicos (Schoedinger, 2010).

Este enfoque se centra en comprender nuestra relación con el océano y los servicios cruciales que proporciona a la sociedad y a otros organismos (Cava *et al.* 2005; National Geographic Society, 2007).

Para comprender esta relación, la comunidad científica en colaboración con educadores llegaron a un consenso respecto a los temas que el público debería conocer sobre los océanos, los cuales se centran en siete principios fundamentales (NOAA, 2013):

1. La Tierra tiene un gran océano con muchas características.
2. El océano y la vida en él modelan las características de la Tierra.
3. El océano ejerce una gran influencia en el tiempo y el clima.
4. El océano hace la Tierra habitable.
5. El océano soporta una gran diversidad de vida y ecosistemas.
6. El océano y los seres humanos están inextricablemente interconectados.
7. Gran parte del océano permanece inexplorado.

Con esto se espera que una persona alfabetizada en las ciencias oceánicas sea capaz de (Cava, *et al.* 2005):

- Comprender los conceptos fundamentales de muchos procesos que se dan en estos ecosistemas.
- Comunicar diversos temas oceánicos de manera significativa.
- Tomar decisiones bien fundamentadas y responsables con respecto a los océanos y sus recursos.

Y de acuerdo con algunos estudios (Ocean Project, 1999; Steel *et al.* 2005) los puntos enlistados anteriormente pueden lograrse de manera efectiva a través de una alfabetización

oceánica vinculada con el aprendizaje práctico (e.g. proyectos de ciencia ciudadana), el cual permite formar una conexión emocional con el medio marino, promoviendo así el cuidado y conservación de estos ecosistemas.

A mi parecer, este enfoque puede ser de gran ayuda para fomentar la conservación de los ecosistemas marinos, entre ellos los arrecifes de coral, ya que permite no sólo incorporar el conocimiento científico existente, sino fomentar la formación de opiniones fundamentadas que faciliten al público participar con conocimiento de causa en debates y en la toma de decisiones que involucren la conservación de los arrecifes de coral, aunado a los puntos anteriores, puede reforzar la conservación y comunicación efectiva de estos ecosistemas, creando no sólo lazos afectivos y cognitivos, sino que potencialmente la formación de esta postura pública crítica puede influir directamente en la generación de nuevas políticas públicas e iniciativas para la conservación de los arrecifes de coral desde la sociedad civil.

Por otro lado, algunas consideraciones deben tomarse en cuenta a la hora de incorporar un enfoque como la ciencia ciudadana y la alfabetización oceánica. Las etapas más tempranas de estos enfoques responden a un modelo de comunicación de déficit, en el cual la comunicación es unidireccional y el público es un agente pasivo de la comunicación que debe absorber el conocimiento brindado por especialistas, esto bajo el supuesto de que la “ignorancia” es la razón principal para los bajos niveles de apoyo social respecto a ciencia y tecnología (Lewenstein, 2003; Brossard y Lewenstein, 2006; 2010; Simis, *et al.* 2016).

Sin embargo, la comunicación pública de la ciencia es más compleja de lo que sugiere este modelo, por lo cual el uso de estos enfoques debe tomar lo mejor de ellos e incorporarlo en los procesos de comunicación reconociendo que el público, a través de sus propias experiencias y contextos, puede retroalimentar el conocimiento que se tiene alrededor de los arrecifes coralinos de manera activa.

## LITERATURA CITADA

(20 de abril de 2012). *Construirá la UAdeC “La Casa de la Tierra”*. El Diario de Coahuila.

Recuperado de: <http://www.eldiariodecoahuila.com.mx/locales/2012/4/20/construira-uadec-casa-tierra-289116.html>

AAAS. (2004). *American Association for the Advancement of Science sponsors town meeting, releases survey; focus on health of oceans.*

Acosta, P. (18 de agosto de 2014). *Detrás del Acuario de Arrecife de Xcaret*. Blog Xcaret México. Recuperado de <http://blog.xcaret.com/es/detras-del-acuario-de-arrecife-xcaret/>

Acuario de Veracruz. (s.a.). *Ecología de Arrecifes Coralinos*. Recuperado de <http://acuariodeveracruz.com/sitio/index.php/investigacion/2014-11-21-12-23-45/ecologia-de-arrecifes-coralinos>

Acuario de Veracruz. (s.a.). *Kioskos*. Recuperado de <http://acuariodeveracruz.com/sitio/index.php/exhibiciones/kioskos>

Acuario de Veracruz. (s.a.). *Pecera Arrecifal*. Recuperado de <http://acuariodeveracruz.com/sitio/index.php/exhibiciones/pecera-arrecifal>

Acuario Inbursa. (s.a.). *CECONSE: Proyecto de cuidado y conservación de la vida marina*. Recuperado de <http://www.radioformula.com.mx/notas.asp?idn=415125&idfc=2014>

Acuario Inbursa. (s.a.). *Exhibiciones*. Recuperado de <https://www.acuarioinbursa.com.mx/exhibitions.php>

AIDA. (2005). *La protección de los Arrecifes de Coral en México. Rescatando la Biodiversidad Marina y sus Beneficios para la Humanidad.*

AIDA. (s.a.). *Nuestra historia*. Recuperado de <https://aida-americas.org/es/acerca-de-aida>

Aldana, M. (2012). *¿Qué le falta a la ciencia en México?*. Temas, 69. Pp. 26-30.

Altshuler, E. (2008). *Rationalis '07: por qué, cómo, y para qué*. Revista Cubana de Física, 25(1). Pp. 3-8.

Bardin, L. (1991). *Análisis de contenido*. Ediciones Akal, 89.

- Barragán, M. (28 de marzo de 2016). *La “Casa de la Tierra”, en Veracruz, abandonada y en franco deterioro. Al calor político.* Recuperado de: <https://www.alcalorpolitico.com/informacion/la-casa-de-la-tierra-en-veracruz-abandonada-y-en-franco-deterioro-198010.html#.WbWJi8gjGUK>
- Barry, A. M. S. (1997). *Visual intelligence: Perception, image, and manipulation in visual communication.* SUNY Press.
- Baskett, M.L., Gaines, S.D., y Nisbet, R.M. (2009). *Symbiont diversity may help coral reefs survive moderate climate change.* *Ecological Application*, 19(1). Pp. 3-17.
- Bates, A. (1999). *The impact of new media on academic knowledge.*
- Beans, C. (2018). *Artistic endeavors strive to save coral reefs.* *Science and Culture*, 115(21). Pp. 5303-5205.
- Bik, H.M., y Goldstein, M.C. (2013). *An introduction to social media for scientists.* *PLoS Biology*, 11.
- Birkeland, C. (1997). *Life and Death of Coral Reefs.* Chapman and Hall. En: Bryant, D., Burke, L., McManus, J. & Spalding, M. (1998). *Reefs at Risk. A Map-Based Indicator of Threats to the World’s Coral Reefs.* World Resources Institute.
- Bögeholz, S. (2006). *Nature experience and its importance for environmental knowledge, values and action: recent German empirical contributions.* *Environmental Education Research*, 12(1). Pp. 65-84.
- Bonney, R., Phillips, T.B., Ballard, H.L., y Enck, J.W. (2016). *Can citizen science enhance public understanding of science?* *Public Understanding of Science*, 25(1). Pp. 2-16.
- Boykoff, M. T. (2008). *Media and scientific communication: a case of climate change.* En: Liverman, D.G.E., Perreira, C.P.G., y Marker, B. *Communicating Environmental Geoscience.* Geological Society. Special Publications, 306. Pp. 11-18.
- Brossard, D. & Lewenstein, B. V. (2006). *Assessing models of public understanding in ELSI outreach materials.* US Department of Energy Grant DE-FG02-01ER63173. Final Report. Cornell University.

- Bruno, J.F., Petes, L.E., Harvell, C.D., Hettinger, A. (2003). *Nutrient enrichment can increase the severity of coral diseases*. Ecology Letters, 6. Pp.1056-1061.
- Bruno, J.F., Stachowicz, J.J., y Bertness, M. D. (2003). *Inclusion of facilitation into ecological theory*. Ecology and Evolution, 18(3). Pp. 119-126. En: Hernández, L. Reyes-Bonilla, H., y Balart, E. F. (2010). *Efecto del blanqueamiento de coral por baja temperatura en los crustáceos decápodos asociados a arrecifes del suroeste del golfo de California*. Revista Mexicana de Biodiversidad, 81.
- Bryant, D., Burke, L., McManus, J. & Spalding, M. (1998). *Reefs at Risk. A Map-Based Indicator of Threats to the World's Coral Reefs*. World Resources Institute.
- Buddemeier, R. W., Kleypas, J. A., & Aronson, R. B. (2004). *Potential contributions of climate change to stresses on coral reef ecosystems*. Coral reefs and global climate change. Pew Center on Global Climate Change.
- Burke, L., Reytar, K., Spaling, M. y Perry, A. (2011). *Reefs at Risk Revisited*. World Resources Institute.
- Calvo, M. (2003). *Divulgación y periodismo científico: entre la claridad y la exactitud*. Colección Divulgación para divulgadores, DGDC-UNAM.
- Carricart-Ganiver, Beltrán-Torres, A. U., y Horta-Puga, G. (2011). *Distribution and prevalence of coral diseases in the Veracruz Reef System, Southern Gulf of Mexico*. Diseases of Aquatic Organisms, 95. Pp. 181-187.
- Carriquiry, J.D., Capul-Magaña, A.L., Rodríguez-Zaragoza, E, y Medina-Rosas, P. (2001). *Coral bleaching and mortality in the Mexican Pacific during the 1997-1998 El Niño, and prediction from a remote sensing approach*. Bulletin of Marine Science, 69. Pp. 237-249.
- Carte, B. K. (1999). *Biomedical potential of marine natural products*. BioScience, 46. Pp. 271-286. En: Hoegh-Guldberg, O. (1999). *Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reef*. Marine and Freshwater Research, 50. Pp. 839-866.
- Castells, M. (2001). *La galaxia Internet: reflexiones sobre internet, empresa y sociedad*. Areté. Brosmac S.L.

- Cava, F., Schoedinger, S., Strang, C., y Tuddenham, P. (2005). *Science content and standards for ocean literacy: An ocean literacy update*. National Geographic Society.
- Cigliano, J.A., Meyer, R., Ballard, H.L. Freitag, A., Phillips, T.B., y Wasser, A. (2015). *Making marine and coastal citizen matter*. *Ocean Coast Management*, 115. Pp. 77-87.
- CIIMAR. (2014). *About IMSCC2014*. Recuperado de <http://www.ciimar.up.pt/IMSCC2014/about.php>
- Clarke, B. (2003). *Report: Farmers and Scientist. A case study in facilitating communication*. *Science Communication*, 25(2). Pp. 198-203.
- CONABIO (s.a.). *Arrecifes*. Recuperado de <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/arrecifes.html>
- CONABIO. (s.a.). *Acerca de NaturaLista*. Recuperado de <https://www.naturalista.mx/pages/acerca>
- CONABIO. (s.a.). *Proyecto F013*. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/institucion/cgi-bin/datos.cgi?Letras=F&Numero=13>
- Cooper, C. B., y Lewenstein, B. C. (2016). *Two meanings of citizen science*. En: Cavalier, D., y Kennedy, E. B. (Eds). (2016). *The Rightful Place of Science: Citizen Science*. Tempe, AZ: Consortium for Science, Policy & Outcomes. Pp. 51-62.
- Corner, A., Capstick, S., y Pidgeon, N. (2014). *Public perceptions of ocean acidification. Sumary findings of two nationally representative survey of the British public*. Cardiff University Understanding Risk Research Group and Ipsos MORI.
- COSCE. (2006). *Science and Society: the role of the media*.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., y van den Belt, M. (1997). *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. *Nature*, 387. Pp. 253-260.
- Crăciun, D. y Bunoiu, M. (2015). *Training teachers for the knowledge society: Social media in science education*. *Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 6(3). Pp. 82-88.

- Crochet Coral Reef. (s.a.). *Crochet Coral Reef*. Recuperado de <http://crochetcoralreef.org/index.php>
- Daily, G. C., y Power, M. (1997). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. *Nature*, 388(6642). Pp. 529.
- Darling, E. S., Shiffman, D., Côté, I. M., y Drew, J. A. (2013). *The role of Twitter in the life cycle of a scientific publication*. *Ideas in Ecology and Evolution*.
- Dawkins, R. (1998). *Unwearing the Rainbow*. Houghton Mifflin Co. En: Sánchez Mora, A. M. (2010). *Introducción a la comunicación escrita de la ciencia*. Quehacer científico y tecnológico. Universidad Veracruzana.
- Declaración de Toronto. (2008). Recuperado de <http://www.redpop.org/wp-content/uploads/2015/06/declaratoria.pdf>
- Dickinson, J.L., Shirk, J., Bonter, D., Bonney, R., Crain, R.L., Martin, J., Phillips, T., y Purcell, K. (2012). *The current state of citizen science as a tool for ecological research and public engagement*. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10. Pp. 291-297.
- Dirección General de Comunicación Social (DGCS). (2005). *Cultivan in vitro corales que crecen en sustratos anclados a los arrecifes del Mar Caribe*. Boletín UNAM-DGCS-736. Recuperado de: [http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2015\\_736.html](http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2015_736.html)
- Donner, S. D., Heron, S., y Skirving, W.J. (2008). *Future scenarios: a review of modelling efforts to predict the future of coral reefs in an era of climate change*. En: van Oppen, M.J.H. y Lough, J.M. (2009). *Coral Bleaching: Patterns, processes, causes and consequences*. Pp. 159-173.
- Donner, S. D., Skirving, W. J., Little, C., y Hoegh-Gulberg, O. (2005). *Global assessment of coral bleaching and required rates of adaptation under climate change*. *Global Change Biology*, 11. Pp. 2251-2265.
- Dresser, S. (28 de Mayo de 2018). *What makes people distrust science? Surprisingly, not politics*. Aeon. Recuperado de <https://aeon.co/ideas/what-makes-people-distrust-science-surprisingly-not-politics>

- Eddy, T.D. (2014). *One hundred-fold difference between perceive and actual levels of marine protection in New Zealand*. Marine Policy, 46. Pp. 61-67.
- Estrada, L. (1981). *La divulgación de la ciencia*. Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC). México, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- FAO. (1995). *Código de conducta para la pesca responsable*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-v9878s.pdf>
- Fiske, J. (1990). *Introduction to communication studies*. Routledge, 2ª edición. Pp. 136-145.
- Flander Marine Institute (VLIZ). (2016). *Book of abstracts: CommOCEAN2016 2º International Marine Science Communication Conference*
- Fletcher, S., Potts, J.S., Heeps, C., y Pike, K. (2009). *Public awareness of marine environmental issues in the UK*. Marine Policy. 33. Pp. 370-375.
- Flores, R. (2015). *En abril será abierta La Casa de la Tierra*. Zócalo. Recuperado de <http://www.zocalo.com.mx/seccion/articulo/en-abril-sera-abierta-la-casa-de-la-tierra-1427263237>
- Frankel, F., y DePace, A.H. (2012). *Visual strategies: A practical guide to graphics for scientist and engineers*.
- Galarce, K. (07 de junio de 2016). *Sin funcionar desde hace un año, la Casa de la Tierra, de la Semaren, denuncia*. El Sur Periódico de Guerrero. Recuperado de <http://suracapulco.mx/4/sin-funcionar-desde-hace-un-ano-la-casa-de-la-tierra-de-la-semaren-denuncian/>
- García, F. (29 de marzo de 2017). *La Hora del Planeta en Universum, Museo de las Ciencias*. CONACyT, Agencia Informativa. Recuperado de <http://conacytprensa.mx/index.php/ciencia/ambiente/14387-la-hora-del-planeta-en-universum>
- Gardner, T.A., Côté, I.M., Gill, J.A., Grant, A., Watkinson, A.R. (2003). Long-Term Region-Wide Declines in Caribbean Corals. Science. 301(5635). Pp. 958-960.
- GCRA. (s.a.). *About GCRA*. Disponible en <http://www.globalcoral.org/about-gcra/>

- Glynn, P.W. (1988). *El Niño-Southern oscillation 1982-1983: Nearshore population, community and ecosystem responses*. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics, 19. Pp. 309-345.
- Glynn, P.W. (2000). *Effects of the 1997-98 El Niño-Southern Oscillation on Eastern Pacific corals and coral reefs: An overview*. 9<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium, Bali, Indonesia.
- González, G.E. y Meira, C. P. (2009). *Educación, comunicación y cambio climático. Resistencias para la acción social responsable*. Trayectorias, 11(29). Pp. 6-38.
- Gosling, E. y Williams, K. (2010). *Connectedness to nature, place attachment and conservation behavior: Testing connectedness theory among farmers*. Journal of Environmental Psychology, 30. Pp. 298-304.
- Goulart, E.E. (2017). *Cultural and educational aspects of using social media: a study with undergraduate students*. Estudios sobre las Culturas Contemporáneas, 23(3). Pp. 27-40.
- Granja-Fernández, M. R., y López-Pérez, R. A. (2008). *Sedimentación en comunidades arrecifales de Bahías de Huatulco, Oaxaca, México*. Revista de Biología Tropical, 56(3). Pp. 1179-1187.
- Green, M. J., y Myers, K. R. (2010). *Graphic medicine: Use of comics in medical education and patient care*. British Medical Journal, 340. Pp. 574-577.
- Grorud-Colvert, K., Lester, S. E., Airamé, S., Neeley, E. y Gaines, S. D. (2010). *Communicating marine reserve science to diverse audiences*". PNAS, 107(43). Pp. 18306-18311.
- Groulx, M., Brisbois, M.C., Lemieux, C.J., Winegardner, A., Fishback, L. (2017). *A role for nature-based citizen science in promoting individual and collective climate change action? A systematic review of learning outcomes*. Science Communication, 39. Pp. 45-76.
- Guest, H., Lotze, H.K., y Wallace, D. (2015). *Youth and the sea: Ocean literacy in Nova Scotia, Canada*. Marine Policy, 58. Pp. 98-107.

- Guzmán, H.M., Cortés, J. Richmond, R.H y Glynn P.W. (1987). *Efectos del fenómeno de El Niño-Osilación sureña 1982-83 en 10 arrecifes coralinos de la Isla del Caño, Costa Rica*. Revista de Biología Tropical, 35. Pp. 325-332. En: Carballo, J.L., Bautista-Guerrero, E., Nava, H., y Cruz, J.A. (2010). *Cambio climático y ecosistemas costeros, bases fundamentales para la conservación de los arrecifes de coral del Pacífico Este*.
- Halpern, B., Frazier, M., Potapenko, J., Casey, K.S., Koenig, K., Longo, C., Lowndes, J.S., Rockwood, R. C., Selig, E.R., Selkoe, K.A., y Walbridge, S. (2015). *Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean*. Nature Communications. 6(7615).
- Hartley, B, Holland, M, Pahl, S, Thompson, R. (2015). *Cómo comunicarse con las partes interesadas sobre la basura marina: una breve guía para influir en el cambio de comportamiento*.
- Hernández, L. Reyes-Bonilla, H., y Balart, E. F. (2010). *Efecto del blanqueamiento de coral por baja temperatura en los crustáceos decápodos asociados a arrecifes del suroeste del golfo de California*. Revista Mexicana de Biodiversidad, 81. Pp. S113-S119.
- Herrera, E. (05 de junio de 2014). *Inauguran La Casa de la Tierra, Observatorio del Planeta*. Recuperado de [http://www.milenio.com/negocios/La\\_Casa\\_de\\_la\\_Tierra-Horno\\_3-Fundidora-inauguracion\\_0\\_311969193.html](http://www.milenio.com/negocios/La_Casa_de_la_Tierra-Horno_3-Fundidora-inauguracion_0_311969193.html)
- Hesley, D., Burdeno, D., Drury, C., Schopmeyer, S., y Lirman, D. (2017). *Citizen science benefits coral reef restoration activities*. Journal for Nature Conservation, 40. Pp. 94-99.
- Hoegh-Guldberg, O. (1999). *Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reef*. Marine and Freshwater Reserch, 50(8). Pp. 839-866.
- Howard, L.S. & Brown, B.E. (1984). *Heavy metals and reef corals*. Oceanography and Marine Biology- An Annual Review, 22. Pp. 195-210. En: Moberg, F. & Folke, C. (1999). *Ecological goods and services of coral reef ecosystems*. Ecological Economics. 29. Pp. 215-233.

- Hwong, Y.L., Oliver, C., Van Kranendonk, M., Sammut, C., y Seroussi, Y. (2017). *What makes you thick? The psychology social media engagement in space science communication*. Computer in human Behavior, 68. Pp. 480-492.
- Hynes, S., Norton, D., y Corless, R. (2014). *Public perceptions of the Irish marine environment*.
- ICRI. (s.a.). *ICRI, Coral Reef and the UN*. Recuperado de <http://www.icriforum.org/about-icri/coral-reefs-and-un>
- ICRS. (1998). *Statement on Global Coral Bleaching in 1997-1998*. International Reef Society.
- INCYTU. (Febrero, 2018). *Inversión para Ciencia, Tecnología e Innovación en México*. Nota-INCyTU, 011. Pp. 1-6. Recuperado de <http://www.foroconsultivo.org.mx/FCCyT/incytu/11.pdf>
- INEGI. (2015). *Población*. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/>
- Instituto Nacional Electoral (INE). (2016). Catálogo Nacional de Medios Impresos e Internet. Recuperado de [http://portalanterior.ine.mx/archivos2/DS/recopilacion/JGEor201604-25ac\\_01P03-01x01.pdf](http://portalanterior.ine.mx/archivos2/DS/recopilacion/JGEor201604-25ac_01P03-01x01.pdf)
- Jacobs, S., Sioen, I., De Henauw, S., Rosseel, Y., Calis, T., Tediosi, A., Nadal; Marques, A., y Verbeke, W. (2015). *Marine environmental contamination: public awareness, concern and perceived effectiveness in five European countries*. Environmental Research. 143. Pp. 4-10.
- Jacovskis, P.M. (2011). *Las TIC en América Latina: historia e impacto social*. Revista Iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad, 6(18).
- Jefferson, R.L., Bailey, I., Laffoley, D. d'A., Richards, J.P., y Attrill, M.J. (2014). *Public perception of the UK marine environment*. Marine Policy, 43. Pp. 327-337.
- Jensen, B.B. (2010). Knowledge, action and pro-environmental behavior. Environmental Education Research, 8(3). Pp. 325-334.
- Jones, R. J. (2008). *Coral bleaching, bleaching-induced mortality, and the adaptative significance of the bleaching response*. Marine Biology, 154. Pp. 65-80. En: Hernández, L. Reyes-Bonilla, H., y Balart, E. F. (2010). *Efecto del blanqueamiento de coral por*

*baja temperatura en los crustáceos decápodos asociados a arrecifes del suroeste del golfo de California.* Revista Mexicana de Biodiversidad, 81.

Keyton, J. (2010). *Communication and organizational culture: A key to understanding work experience.* Thousand Oaks, CA: Sage. En: Lunenburg, F. (2010). *Communication: The process, barriers, and improving effectiveness.* Schooling, 1(1). Pp. 1-11.

Krippendorff, K. (1997). *Metodología del análisis de contenido, teoría y práctica.* Paidós Comunicación.

Lazard, A., y Atkinson, L. (2015). *Putting Environmental Infographics Center Stage: The Role of Visuals at the Elaboration Likelihood Model's Critical Point of Persuasion.* Science Communication, 37(1). Pp. 6-33.

Lazer, D., Baum, M., Benkler, Y., Berinsky, A., Greenhill, K., Menczer, F. Metzger, M., Nyhan, B., Pennycook, G., Rothschild, D., Schudson, M., Sloman, S., Sunstein, C., Thorson, D. W., y Zittrain, J. (2018). *The science of fake news. Addressing fake news requires a multidisciplinary effort.* Social Science, 359(6380). Pp. 2-4.

Lederbogen, U., y Trebbe, J. (2003). Promoting Science on the Web: Public relations for scientific organizations. Results of a content analysis. Science Communication, 24(3). Pp. 333-352.

Lester, P.M. (2011). *Visual communication: Images with messages.* (5th ed.). Cengage Learning. En: Lazard, A., y Atkinson, L. (2015). *Putting Environmental Infographics Center Stage: The Role of Visuals at the Elaboration Likelihood Model's Critical Point of Persuasion.* Science Communication, 37(1). Pp. 6-33.

Lewenstein, B.V. (2003). *Models of public communication of science and technology.* Public Understanding of Science.

Li, Z., Carberry, S., Fang, H., McCoy, K.F., Peterson, K., y Stagitis, M. (2015). *A novel methodology for retrieving infographics utilizing structure and message content.* Data and Knowledge Engineering. Pp. 1-20.

- López Beltrán, C. (1983). *La creatividad en la divulgación científica*. Naturaleza. 14(5). En: Sánchez Mora, A. M. (2010). *Introducción a la comunicación escrita de la ciencia*. Quehacer científico y tecnológico. Universidad Veracruzana.
- López, L. & Polanco, O.J. (1991). *La fauna de la ofrenda H del Templo Mayor: 199-163*. En: Jordán-Dahlgren, E. & Rodríguez-Martínez, R. E. (2003). *The Atlantic coral reefs of México*. Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 131-158.
- Lorente, I., Gamó, D., Gómez, J.L., Santos, R., Flores, L., Camacho, A., Galindo, L., y Navarro, J. (2004). *Los efectos biológicos del cambio climático*. Rev. Ecosistemas. 13(1). Pp. 103-110.
- Lunenburg, F. (2010). *Communication: The process, barriers, and improving effectiveness*. Schooling, 1(1).
- Luzón, M.J. (2013). *Public communication of science in blogs: Recontextualizing scientific discourse for a diversified audience*. Written Communication, 30(4). Pp. 428-457.
- Made, S., y Herdi, H. (2016). *Public perception of the existence of coral reef and fishermen's catch on Saugi Island of Pangkep Regency in South Sulawesi*. International Journal of Management and Applied Science, 2(12).
- Martínez, G. (04 de junio de 2017). *Casa de la Tierra: espacio para la ciencia en Oaxaca en el olvido*. NVI Noticias. Recuperado de <http://www.nvinoticias.com/nota/55973/casa-de-la-tierra-espacio-para-la-ciencia-en-el-olvido>
- Martínez, M. F. (s.a.). *Egresadas desarrollan exposición orientada a cuidar los arrecifes*. ITESO. Recuperado de [https://www.iteso.mx/web/general/detalle?group\\_id=11151042](https://www.iteso.mx/web/general/detalle?group_id=11151042)
- Martínez-Diz, S., Martínez, R. M., Fernández-Prada, M., Cruz, P. M., Molina, R. R. y Fernández, S. M. A. (2013). *Demandas y expectativas de padres que rechazan la vacunación y perspectivas de los profesionales sanitarios sobre la negativa a vacunar*. Anales de Pediatría. 80(6). Pp. 370-328.
- Mashable. (2013). *Rise of infographics: Marketing in the social-media age*. Recuperado de <http://mashable.com/2013/01/26/infographics-marketing/>

- Massarani, L., y Buys, B. (2007). *La ciencia en la prensa de América Latina: Un estudio de 9 países*. X Reunión de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (RED POP-UNESCO) y IV Taller “Ciencia, comunicación y Sociedad.
- McKenzie-Mohr, D., Nemiroff, L.S., Beers L., Desmarais, S. (1995). *Determinants of responsible environmental behavior*. *Journal of Social Issues*, 51. Pp. 139–56.
- McKinley E. y Fletcher, S. (2010). Individual responsibility for the oceans? An evaluation of marine citizenship by the UK marine practitioners. *Ocean & Coastal Management*, 53(7). Pp. 379-384.
- McKinley E. y Fletcher, S. (2011). Improving marine environmental health through marine citizenship: A call for debate. *Marine Policy*, 36(3). Pp. 839-843.
- Medina-Rosas, P. (2015). *El mar me enseña. Arrecifes coralinos*. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa.
- México Ambiental. (07 de noviembre de 2016). *Mural oceánico en Puerto Ángel, Oaxaca*. Recuperado de <http://www.mexicoambiental.com/v2/mural-oceanico-en-puerto-angel-oaxaca/>
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*.
- Miller, J.R. 2005. Biodiversity conservation and the extinction of experience. *Trends in Ecology & Evolution*, 20. Pp. 430-434.
- Moberg, F. & Folke, C. (1999). *Ecological goods and services of coral reef ecosystems*. *Ecological Economics*. 29. Pp. 215-233.
- Moscardo, G., Green, D., Greenwood, T. (2001). How great is the Great Barrier Reef! Tourists’ Knowledge and understanding of the world heritage status of the Great Barrier Reef. *Tourism Recreation Research*. 26(1). Pp. 19-25.
- MUSA. (s.a.). *El arte de la conservación*. Recuperado de <http://musamexico.org/es/>
- Museo de Historia Natural de la Ciudad de México (s.a.). *Observatorio del Cambio Climático*. Recuperado de

<http://data.sedema.cdmx.gob.mx/museodehistorianatural/index.php/actividades/talleres/observatorio-cambio-climatico>

National Geographic Society. (2007). *Ocean literacy: The essential principles of ocean sciences*. Recuperado de

[http://www.coexploration.org/oceanliteracy/new\\_site/brochure.htm](http://www.coexploration.org/oceanliteracy/new_site/brochure.htm)

Nava, H. y Ramírez-Herrera, M. T. (2012). Land use changes and impact on coral communities along the central Pacific coast of Mexico. *Environmental Earth Sciences*, 65(4). Pp. 1095-1104.

Nava, H., Ramírez-Herrera, M. T., Figueroa-Camacho, A. G. y Villegas-Sánchez, B. M. (2014). *Habitat characteristics and environmental factors related to boring sponge assemblages on coral reefs near populated coastal areas on the Mexican Eastern Pacific coast*. *Marine Biodiversity*, 44. Pp. 45-54.

Navarro, A. (2013). *Asociaciones público-privadas en ciencia y tecnología*. Espiral. Estudios sobre Estado y Sociedad, 20(57). Pp. 61-93.

Nazarea, V., Rhoades, R., Bontoyan, E. y Flora, G. (1998). *Defining indicators which make sense to local people: Intra-cultural variation in perceptions of natural resources*. *Human Organization*. 57(2). Pp. 159-170.

NOAA. (2013). *Ocean Literacy: The Essential Principles and Fundamental Concepts of Ocean Sciences for Learners of All Ages*. Washington, DC: NOAA.

Oceanus, A. C. (s.a.) *Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano*. Recuperado de <http://www.oceanus.org.mx/es/veracruz/>

Oigman-Pszczol, S.S., Oliveira, A.E.S. y Creed, J.C. (2007). Perceptions of coral in a coastal tourist town in Brazil. *Coral Reefs*, 26. Pp. 667-670.

ONU. (1982). *Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar*. Recuperado de [http://www.un.org/depts/los/convention\\_agreements/texts/unclos/convemar\\_es.pdf](http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/convemar_es.pdf)

- Osinga, R., Schutter, M., Griffioen, B., Wujffels, R.H., Verreth, J.A., Shafir, S. Henard, S., Taruffi, M., Gili, C., y Lavorano, S. (2011). *The biology and economics of coral growth*. *Marine Biotechnology*, 13(4). Pp. 658-671.
- Papalote Museo del Niño. (s.a.). *Papalote renovado*. Recuperado de <https://papalote.org.mx/papalote-renovado>
- Parque Xcaret. (s.a.). *Conoce los tesoros del Caribe sin bajar al fondo del mar*. Recuperado de <https://www.xcaret.com/es/atracciones/acuario-de-arrecife-xcaret/>
- Pascasio, L. (2013). *La importancia de la Ilustración en la infografía. Conexiones entre el periodismo y el dibujo*.
- Plankis, B.J. y Marrero, M.E. (2010). *Recent Ocean Literacy Research in United States Public Schools: Results and Implications*. *International Electronic Journal of Environmental Education*. 1(1). Pp. 21-51.
- PNUMA. 2006. *Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Ambiente en la Región del Gran Caribe*. Recuperado de [http://www.miambiente.gob.pa/images/stories/documentos\\_calidad/Calidad-Doc\\_Interes/cartagena-convention-and-protocols-esp.pdf](http://www.miambiente.gob.pa/images/stories/documentos_calidad/Calidad-Doc_Interes/cartagena-convention-and-protocols-esp.pdf)
- Portugal, R.X. (2006). *Las TIC's como interfase en el proceso de divulgación científica*. *Revista de Bibliotecología y Ciencias de la Información*, 10(15). Pp. 83-94.
- Reef Check (s.a.). *Reef check announces "student ocean scientist" program to engage youth*. Recuperado de <http://www.reefcheck.org/reef-news/reef-check-announces-quot-student-ocean-scientist-quot-program-to-engage-youth>
- REEF. (s.a.). *About REEF*. Recuperado de <https://www.reef.org/about-reef>
- Ressurreição, A., Simas, A., Santos, R.S., y Porteiro, F. (2012). *Resident and expert opinions on marine related Issues: implications for the ecosystem approach*. *Ocean and Coastal Management*, 69. Pp. 243-254.
- Reyes-Bonilla, H., Álvarez del Castillo Cárdenas, Calderón, L.E., Erosa, C.E., Frausto, T. C., Lun, B.M., Moreno, X.G., Mozqueda, M.C., Norzagaray, C.O., Petatán, D. (2014).

- Capítulo 3: Servicios Ambientales de Arrecifes Coralinos: El Caso del Parque Nacional Cabo Pulmo, Baja California Sur.* Pp. 49-77. En: Urciaga-García, J. I. (2014). *Desarrollo Regional en Baja California Sur: Una perspectiva de los servicios ecosistémicos.* Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS).
- Reyes-Bonilla, H., Carriquiry, J.D., Leyte-Morales, G.E., y Cupul-Magaña, A.L. (2002). *Effects of the El Niño-Southern Oscillation and the anti-El Niño event (1997-1999) on coral reefs of the western coast of México.* Coral Reefs, 21. Pp. 368-372.
- Reynoso, H. (2018). *El papel protagónico de los museos y centros de ciencia en el proceso de construcción de una cultura científica para la población.* En: Sánchez-Mora, M. del C. (Coord.). (2018). *Los museos de ciencias. Universum, 25 años de experiencia.* Pp. 213-238. Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC). México, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Ríos, A. (12 de mayo de 2017). *Abrirá UAdeC en agosto la Casa de la Tierra.* Vanguardia. Recuperado de <http://www.vanguardia.com.mx/articulo/abrira-uadec-en-agosto-la-casa-de-la-tierra>
- Rivaud, J. J. (2002). *Algunas observaciones acerca de la divulgación de la ciencia o consejos a un niño recién ahogado en el pozo sobre cómo comportarse en lugares reducidos, oscuros y húmedos.* En Tonda, J., Sánchez, A. M. y Chávez, N. (2002). *Antología de la divulgación de la ciencia en México.* Pp. 293-295. Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC). México, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Rivera-Tapia, José. (2002). *Ciencia y divulgación.* Revista Biomédica, 13. Pp. 152-153.
- Robles-Zavala, E., de Yta-Castillo, D., y Escamilla-Pérez, B.E. (2015). *Economic valuation of use of coral reefs in the bays of Huatulco, Oaxaca, México.*
- Rodríguez, F.C., y Spencer, L. (2014). *Improving visual communication of science through the incorporation of graphic design theories and practices into science communication.* Science Communication, 37(1). Pp. 140-148.
- Sabino, C. (2000). *El proceso de investigación.* Editorial Panapo.

- Sagarpa. (s.a.). *Trabaja INAPESCA en la rehabilitación de arrecifes en el Caribe Mexicano*. Recuperado de <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/2012/Paginas/2013B645.aspx>
- Salazar, H.H. (2013). *Capítulo 5. Las oportunidades que ofrece Internet para los Divulgadores Mexicanos*. En: Patiño, L. (Ed.). (2013). *La divulgación de la ciencia en México desde distintos campos de acción: Visiones, retos y oportunidades*. México. SOMEDICyT.
- Salellas, B. M. (2010). *Modelo pedagógico para el diagnóstico de habilidades comunicativas básicas*. CD-ROOM. Memorias del evento nacional de Comunicación.
- Sánchez Mora, A. M. (1998). *La divulgación de la ciencia como literatura*. Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC). México, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Sánchez Mora, A. M. (2002). *El bestiario de los divulgadores*. En: Tonda, J., Sánchez, A. M. y Chávez, N. (2002). *Antología de la divulgación de la ciencia en México*. Pp. 302-308. Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC). México, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Santos, R. (15 de octubre de 2016). *Casa de la Tierra, en Veracruz Puerto, en el abandono*. Versiones. Recuperado de <https://www.versiones.com.mx/casa-de-la-tierra-en-veracruz-puerto-en-el-abandono/>
- Schoedinger, S. Tran, L. U., y Whitley, L. (2010). *From the principles to the scope and sequence: A brief history of the ocean literacy campaign*.
- Schultz, P.W. (2001). *Assessing the structure of environmental concern: concern for self, other people, and the biosphere*. *Journal of Environmental Psychology*, 21. Pp. 1-13.
- Schultz, P.W. (2011). *Conservation means behavior*. *Conservation Biology*, 25 (6). Pp. 1080-1083.
- SDNHM. (s.a.). *Ocean Oasis. A new giant-screen film*. Recuperado de <https://www.sdnhm.org/oceanoasis/toc.html>
- SeaWeb. (2002). *Poll shows US public concerned about reefs, Ocean Update*.

- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2016). *Manuales Ramsar: Introducción a la Convención sobre los humedales*. 5ª Edición. Recuperado de [http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/handbook1\\_5ed\\_introductioontoconvention\\_s\\_final.pdf](http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/handbook1_5ed_introductioontoconvention_s_final.pdf)
- Secretaría del Medio Ambiente. (s.a.). *Centros de Educación Ambiental y Cambio Climático*. Disponible en <http://sma.edomex.gob.mx/ceacc>
- Simis, M. J., Madden, H., Cacciatorce, M.A., y Yeo, S.K. (2016). *The lure of rationality: Why does the deficit model persist in science communication?* Public Understanding of Science, 25(4). Pp. 400-414.
- Smiciklas, M. (2012). *The power of infographics: Using pictures to communicate and connect with your audience*.
- Smith, A. (2016). “*Wow, I didn’t know that before; thank you*”: How scientists use Twitter for public engagement. Journal of Promotional Communications, 3 (3). Pp. 320-339.
- SOS. (s.a.). *SOS Locations*. Recuperado de [https://sos.noaa.gov/What\\_is\\_SOS/sites.php](https://sos.noaa.gov/What_is_SOS/sites.php)
- Soto, M.V., Balls-Berry, J.E., Bishop, S.G., Aase, L. A., Timimi, F. K., Montori, V. M., & Patten, C. A. (2016). *Use of web 2.0 social media platforms to promote community-engaged research dialogs: A preliminary program evaluation*. JMIR Research Protocols, 5.
- Spruill, V.N. (1997). *Review and comment: U.S. public attitudes toward marine environmental issues*. Oceanography, 10(3). Pp. 149-152.
- Staub, F. y Chhay, L. (Ed). (2018). *International Year of the Reef 2008: The Year in Review*. Recuperado de <http://www.icriforum.org/sites/default/files/IYOR-The-Year-in-Review.pdf>
- Steel, B.S., Smith, C., Opsommer, L., Curiel, S., y Warner-Steel, R. (2005). *Public ocean literacy in the United States*. Ocean and Coastal Management, 48. Pp. 97-114.
- Stocklmayer, S., Gore, M., y Bryant, C. (2001). *Science communication in Theory and Practice*. Springer Science and Business Media, 14.

- Strang, C. (2008). *Education for ocean literacy and sustainability: learning from elders, listening to youth*. The Journal of Marine Education, 24(3). Pp. 6-10.
- Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*. Editorial Limusa. Pp. 11-26.
- Tandon, S. (2007). *The future of print news media: Adapting to Change*. Journal of Global Media Studies, 2. Pp. 37-42.
- Teneva, L., Karnauskas, M., Logan, C.A., y Kleypas, J. (2011). *Predicting coral bleaching hotspots: The role of regional variability in thermal stress and potential adaptation rates*. Coral Reefs. Pp. 1-12.
- Thaler, A.D., Zelnio, K.A., Freitag, A., MacPherson, R., Shiffman, D., Bik, H., Goldstein, M.C., y McClain, C. (2012). *Digital environmentalism: Tools and strategies for the evolving online ecosystem*.
- The Ocean Project. (1999). *Communicating about oceans: Results of a national survey*. Recuperado de <http://www.theoceanproject.org/resources/opinion.php>
- The Ocean Project. (2009). *America, the ocean, and climate change: Key findings. Summary of data*. Providence, RI. Recuperado de <http://www.theoceanproject.org/resources/opinion.php>
- The Royal Society. (1985). *The Public Understanding of Science*.
- Torreblanca, O. (2018). *Una estrategia dialógica para conocer e interactuar con el público de los museos y centros de ciencia*. En: Sánchez-Mora, M. del C. (Coord.). (2018). *Los museos de ciencias. Universum, 25 años de experiencia*. Pp. 47-75. Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC). México, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Torres, I. (29 de marzo de 2012). *Presentan El último arrecife...en el papalote*. Crónica. Recuperado de <http://www.cronica.com.mx/notas/2012/649337.html>
- Torres-Alvarado, M.R. y Calva-Benítez, L.G. (2012). *Nutrientes en arrecifes de coral. Un caso de estudio*. Contactos, 85. Pp. 42-50.

- Torrucó, G., D., y González, S., A. (2010). *Estado actual de los corales*. En: Durán-García, R. y Méndez, González, M.E. (Eds.). (2010). *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. Capítulo 4. Especies*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. Pp. 204-208.
- Trumbo, J. (1999). *Visual literacy and science communication*. *Science Communication*, 20. Pp. 409-425.
- UNAM. (1988). *Diccionario de escritores mexicanos. Desde las generaciones del Ateneo y Novelistas de la Revolución hasta nuestros días*. Tomo I.
- UNAM. (2015). *Los mexicanos vistos por sí mismos: Los grandes temas nacionales. Ciencia y tecnología: una mirada ciudadana. Encuesta Nacional de Ciencia y Tecnología*.
- UNAM. (2018). *Hacia la consolidación y desarrollo de políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación. Objetivo estratégico para una política de Estado 2018-2024*. México.
- UNESCO. (1972). *Convenio sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural*. Recuperado de [http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL\\_ID=13055&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=13055&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)
- Vargas, C. (29 de mayo de 2014). *En el abandono, centro de educación y vigilancia climática en Acapulco*. La Jornada, Guerrero. Recuperado de <http://www.lajornadaguerrero.com.mx/2014/05/29/index.php?section=sociedad&articulo=008n1soc>
- Vincent, A. (2011). *Saving the shallows: focusing marine conservation where people might care*. *Aquatic Conservation*. 21. Pp. 495-499.
- Voytek, B. (2017). *Social media, open science, and data science are inextricably linked*. *Neuron*, 96. Pp. 1219-1222.
- Wagner, D., Luck, D. G., y Toonen, R. J. (2012). *The biology and ecology of black corals (Cnidaria: Anthozoa: Hexacorallia: Anthipatharia)*. *Advances in Marine Biology*. Academic Press, 63. Pp. 67-132.
- Wartofsky, M. W. (1976). *Introducción a la filosofía de la Ciencia*. En: Tamayo, M. 2004. *El proceso de la investigación científica*. Editorial Limusa. Pp. 11-26.

- Wiggins, A., y Crowson, L. (2015). *Surveying the citizen science landscape*. First Monday, 20(1).
- Wilkinson T., E. Wiken, J. Bezaury Creel, T. Hourigan, T. Agardy, H. Herrmann, L. Janishevski, C. Madden, L. Morgan & M. Padilla. (2009). *Ecorregiones marinas de América del Norte, Comisión para la Cooperación Ambiental*. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, 200.
- Wilkinson, C. (2006). *Status of Coral Reefs of the World: summary of threats and remedial action*. Coral reef conservation. Pp.3-39. En: Coté, I.M. y Reynolds, J.D. (2006). *Coral Reef Conservation*.
- Wilkinson, C. T. (2008). *Status of Coral Reefs of the World: 2008*. Global Coral Reef Monitoring Network and Reef and Rainforest Research Centre.
- Xcaret by Mexico (s.a.). *Acuario de Arrecife de Coral*. Recuperado de: <http://www.xcaret.com.mx/acuario-de-arrecife-xcaret.php>
- Young, J. y Temperton, J. (2007). *Measuring community attitudes and awareness towards the Great Barrier Reef 2007*. Australian Government. Great Barrier Reef Marine Park Authority.

## ANEXOS

	SOMAC n=148 (100%)	Público no especializado n=441 (100%)	Público con algún nivel de ed. Científica n=524 (100%)
Insuficientes	139 (94%)	294 (67%)	455 (87%)
Suficientes	2 (1.4%)	8 (1.8%)	6 (1%)
Desconozco	4 (3%)	133 (30%)	56 (11%)
Se desvían	-	3 (0.7%)	1 (0.2%)
Mal empleados	2 (1.4%)	2 (0.5%)	6 (1%)
Depende	1 (0.7%)	1 (0.2%)	-

**Anexo 1.** Opinión de los encuestados respecto a los fondos que se invierten en la investigación científica.

	SOMAC n=148 (100%)	Público no especializado n=441 (100%)	Público con algún nivel de ed. Científica n=524 (100%)
Nulo	0 (0%)	43 (10%)	4 (1%)
Superficial	2 (1%)	262 (59%)	185 (35%)
Aceptable	29 (20%)	119 (27%)	256 (49%)
Especializado	117 (79%)	17 (4%)	79 (15%)

**Anexo 2.** Nivel de autoevaluación de los encuestados respecto a su conocimiento científico alrededor de los arrecifes coralinos

	SOMAC n=148 (100%)	Público no especializado n=441 (100%)	Público con algún nivel de ed. Científica n=524 (100%)
Empatía por su conservación	1 (0.7%)	-	1 (0.2%)
Falta de educación	1 (0.7%)	-	3 (0.6%)
Corrupción	1 (0.7%)	-	-
Encallamiento	3 (2%)	2 (0.5%)	4 (0.8%)
Falta de planeación e integración en ANP's	1 (0.7%)	-	-
Especies invasoras	1 (0.7%)	-	1 (0.2%)
Extracción de corales	1 (0.7%)	1 (0.2%)	5 (1%)
Enfermedades	1 (0.7%)	-	-
Depredadores	-	1 (0.2%)	-
Caza furtiva	-	1 (0.2%)	-

No sé	-	1 (0.2%)	-
La gente los toca	-	1 (0.2%)	-
Poca participación social y política	-	-	1 (0.2%)
Basura en el océano	-	-	2 (0.4%)
Falta de investigación científica	-	-	1 (0.2%)
Deforestación	-	-	1 (0.2%)
Abonos nitrogenados	-	-	1 (0.2%)

**Anexo 3.** Factores que amenazan a los arrecifes coralinos (factores que fueron nombrados en menor proporción por los encuestados)

	SOMAC n=148 (100%)	Público no especializado n=441 (100%)	Público con algún nivel de ed. Científica n=524 (100%)
Alteración en ciclo de carbonatos	1 (0.7%)	-	-
Contaminación	-	1 (0.2%)	-
Daño al equilibrio ambiental planetario	-	-	1 (0.2%)
Dificultad en la recuperación de los corales	-	-	1 (0.2%)
Disminución de estructuras humanas cercanas a la costa	-	-	1 (0.2%)
Enfermedades en los corales	1 (0.7%)	-	1 (0.2%)
Extinción de especies	-	-	2 (0.3%)
Pérdida de áreas naturales	-	-	1 (0.2%)
Pérdida de biodiversidad	2 (1.3%)	-	12 (2.2%)
Pérdida de componentes bio-culturales	-	-	1 (0.2%)
Pérdida de corales	1 (0.7%)	2 (0.4%)	-
Pérdida de producción primaria	-	1 (0.2%)	1 (0.2%)
Pérdida de servicios ecosistémicos	-	-	1 (0.2%)
Pérdida de valor cultural	-	-	1 (0.2%)
Pérdida económica del sector gubernamental	1 (0.7%)	-	-
Pérdidas económicas en sector farmacéutico	-	-	1 (0.2%)
No sé	-	1 (0.2%)	-

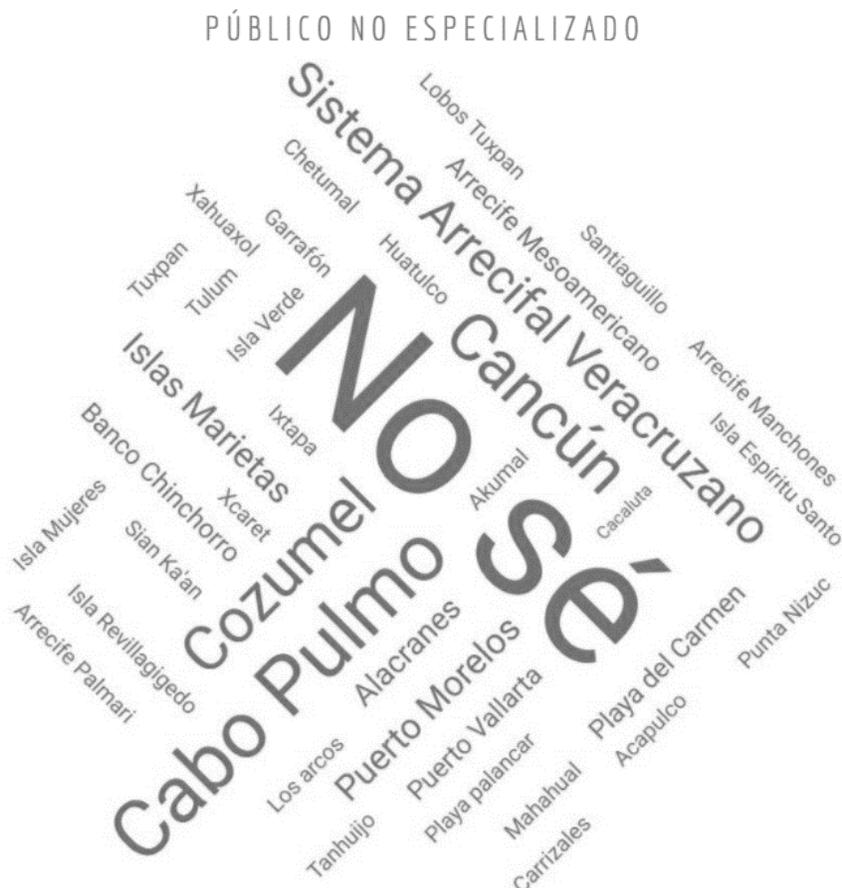
**Anexo 4.** Consecuencias de la degradación de los arrecifes coralinos (factores que fueron nombrados en menor proporción por los encuestados).

	SOMAC n=148 (100%)	Público no especializado n=441 (100%)	Público con algún nivel de ed. Científica n=524 (100%)
Sí	135 (91%)	123 (28%)	252 (48%)
No	13 (9%)	318 (72%)	272 (52%)

**Anexo 5.** Público encuestado que dijo conocer o no algún organismo y/o institución dedicada a comunicar o conservar los arrecifes coralinos.

	SOMAC n=148 (100%)	Público no especializado n=441 (100%)	Público con algún nivel de ed. Científica n=524 (100%)
De acuerdo	143 (97%)	356 (81%)	485 (93%)
No estoy de acuerdo	-	6 (1%)	4 (1%)
No tengo la información necesaria para dar una opinión al respecto	5 (3%)	79 (18%)	35 (6%)

**Anexo 6.** ¿Consideras que el financiamiento de proyectos de investigación científica en arrecifes coralinos es benéfico para el país?



**Anexo 7.** Arrecifes de coral o comunidades coralinas que el público no especializado identifica dentro del país.



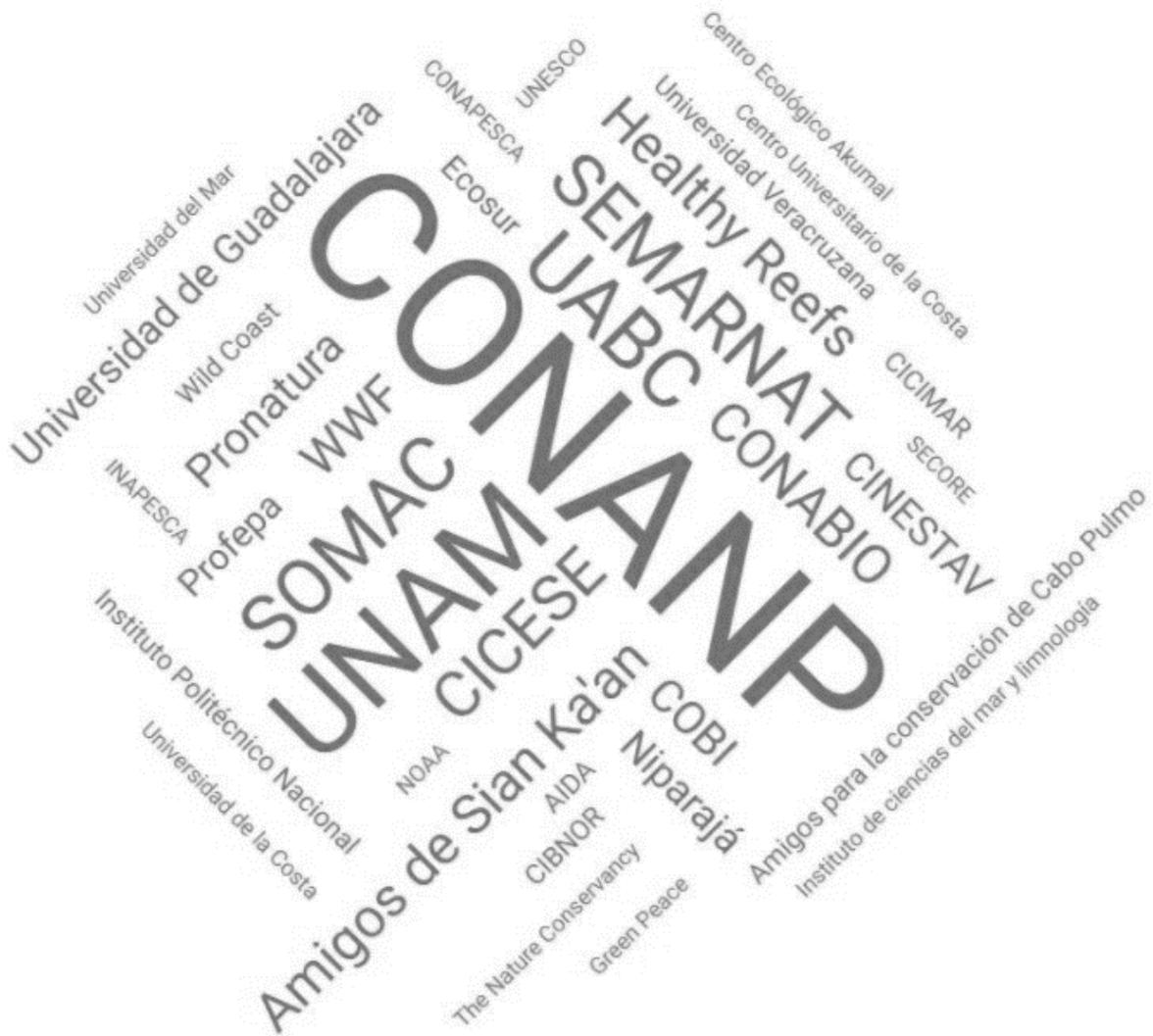


# PÚBLICO CON ALGÚN NIVEL DE EDUCACIÓN CIENTÍFICA



**Anexo 10.** Organismos e instituciones dedicadas a proteger los arrecifes coralinos de acuerdo al público con algún nivel de educación científica.

# SOMAC



**Anexo 11.** Organismos e instituciones dedicadas a proteger los arrecifes coralinos de acuerdo al público con algún nivel de educación científica.

PÚBLICO NO ESPECIALIZADO



**Anexo 12.** Organismos e instituciones dedicadas a proteger los arrecifes coralinos de acuerdo al público no especializado.