

# UNIVERSIDAD VERACRUZANA



## Universidad Veracruzana

Área Académica de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

Licenciatura

**BIOLOGÍA MARINA**

Plan de estudios 2023

# Contenido

<b>1. Visión</b>	8
<b>2. Análisis de las necesidades sociales</b>	8
2.1 El desarrollo científico y tecnológico	14
2.2 Contexto internacional y los retos del profesional de la biología marina	15
2.3 Importancia de los ecosistemas acuáticos como recursos para el desarrollo de la sociedad	17
2.4 Biodiversidad marina y aprovechamiento racional de los recursos para la preservación de los ecosistemas naturales	18
2.5 El cambio climático y la búsqueda de fuentes alternas de energía	20
2.6 El desarrollo sostenible y sus implicaciones en el manejo de recursos acuáticos	21
2.7 Desarrollo de la producción de alimentos de origen acuático	24
2.8 Contexto nacional	25
2.8.1 Las actividades productivas de pesca y acuicultura en México	26
2.9 Contexto regional	32
2.9.1 Los ecosistemas marinos de Veracruz	33
2.9.3 Los problemas ambientales de la zona marina del Golfo de México	37
2.10 Investigación y Conservación de la diversidad biológica marina	40
2.11 Espacios naturales para recreación	41
2.12 Evaluación de la contaminación en los ecosistemas	42
2.13 Calidad nutricional y población consumidora	44
2.14 Cambio climático y el rol de la Universidad	44
2.15 Programa de Trajo 2021-2025	45
2.16 Síntesis del apartado	51
<b>3. Análisis de los fundamentos disciplinares</b>	60
3.1 Evolución de las disciplinas centrales y su trayectoria	63
3.2 Prospectiva	68
3.3 Fundación de escuelas relacionadas con la biología marina en México	71
3.4 La biología marina como profesión en México	71
3.5 La innovación tecnológica	72
3.6 La biología marina en el contexto de la sustentabilidad	75
3.7 Interculturalidad, género, internacionalización	76

3.8 Enfoque teórico-metodológico .....	79
3.9 Relaciones disciplinares: multidisciplinarias e interdisciplinarias .....	81
3.9.1. Relaciones Multidisciplinarias .....	84
3.9.2 Relaciones Interdisciplinarias .....	85
3.10 Síntesis de apartado .....	93
<b>4. Análisis del campo profesional .....</b>	<b>97</b>
4.1 Reporte de la encuesta a egresados del programa de Biología Marina .....	98
4.2 Encuesta a empleadores .....	111
4.3 Encuesta a expertos .....	117
4.4 Ámbito decadente .....	122
4.5 Ámbito dominante .....	122
4.6 Ámbito emergente .....	124
<b>5. Análisis de opciones profesionales afines .....</b>	<b>126</b>
5.1 Marco Regional .....	126
5.2 Marco Nacional .....	127
5.2.1 Análisis del discurso de los programas de biología marina nacional .....	136
5.3 Internacional .....	137
5.3.1 Latinoamérica .....	137
5.3.2 Estados Unidos .....	145
5.3.3 Europa .....	152
5.4 Bibliografía .....	158
<b>6. Análisis de los lineamientos .....</b>	<b>159</b>
6.1 Marco normativo externo .....	159
6.2 Marco normativo interno .....	167
6.2.1 Estatuto de los alumnos 2008 .....	167
6.2.2 Estatuto de personal académico .....	169
6.3 Recomendaciones .....	171
6.4 Bibliografía .....	172
<b>7. Análisis del programa educativo .....</b>	<b>175</b>
7.1 Antecedentes del programa educativo .....	175
7.1.1 Plan de estudios vigente .....	175
7.1.2 Características de los estudiantes .....	176
7.2 Personales .....	178

7.3. Escolares .....	180
7.4 Índice de reprobación.....	182
7.5 Índice de deserción .....	183
7.6 Eficiencia terminal.....	184
7.7 Tiempo promedio de egreso/titulación .....	185
7.8 Características del personal académico .....	185
7.8.1. Perfil disciplinario.....	185
7.8.2 Perfil docente .....	186
7.8.3. Características de la organización académico-administrativa .....	191
7.8.4. Características de la infraestructura, el mobiliario, el equipo y los materiales	193
<b>8. Ideario.....</b>	<b>196</b>
<b>9. Misión .....</b>	<b>199</b>
<b>10. Objetivos.....</b>	<b>199</b>
10.1 Objetivo General:.....	199
10.2 Objetivos específicos: .....	199
<b>11. Estructura curricular .....</b>	<b>200</b>
11.1 Competencias Genéricas Biología Marina .....	200
11.2 Competencias específicas .....	201
<b>12. Perfiles .....</b>	<b>201</b>
12.1 Perfil de ingreso .....	201
12.2 Perfil de egreso:.....	202
<b>13. Mapa Curricular .....</b>	<b>203</b>
<b>14. Estrategias de operación .....</b>	<b>206</b>
14.1 Descripción Operativa.....	211
<b>15. Catálogo de experiencias educativa .....</b>	<b>213</b>
<b>16. Proyecto de formación de académicos.....</b>	<b>217</b>
<b>17. Proyecto de seguimiento y evaluación .....</b>	<b>224</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Producción Pesquera Nacional en Peso Vivo (Ton) 2011-2021.....	27
Tabla 2. Consumo per Cápita (Kg/Hab) 2011-2021. ....	28
Tabla 3. Infraestructura Pesquera (Embarcaciones) 2011-2021.....	29

Tabla 4. Embarcaciones Menores (Pesca Ribereña) 2011-2021.....	29
Tabla 5. Producción por Acuicultura (Ton) 2011-2021.....	30
Tabla 6. Población ocupada en la Captura y Acuicultura (Número de Personas) 2011 - 2021.....	31
Tabla 7. Producción Pesquera en Peso Vivo en el Estado de Veracruz (Ton) 2010-2018.35	
Tabla 8. Producción por Acuicultura en el Estado de Veracruz en Peso Vivo (Ton) 2010-2018.....	36
Tabla 9. Serie Histórica de la Producción Pesquera Nacional y por Acuicultura en el Estado de Veracruz en Peso Vivo (Ton) 2000-2008. ....	36
Tabla 10. Relación de las dimensiones con los ODS de Biología Marina .....	48
Tabla 11. Síntesis de retos socioecológicos descritos en el apartado. ....	52
Tabla 12. Descripción de las necesidades sociales, el satisfactor y las problemáticas. ....	54
Tabla 13. Lista de saberes teórico-prácticos adquiridos por un biólogo marino. ....	94
Tabla 14. Programas que se encuentran en el estado de Veracruz relacionados con Biología Marina. ....	126
Tabla 15. Licenciaturas en Ingenierías que existen en el país y que son afines a la Licenciatura de Biología Marina en el país y sus tipos de acreditación. ....	128
Tabla 16. Oferta educativa afín a Biología Marina y las materias ofertadas en los últimos semestres donde se puede ver el enfoque terminal que tiene cada carrera.....	132
Tabla 17. Características de la Oferta educativa afín a Biología Marina en Latinoamérica. ....	139
Tabla 18. Características de la Oferta educativa afín a Biología Marina en Estados Unidos. ....	149
Tabla 19. Características de la Oferta educativa afín a Biología Marina en Europa.....	155
Tabla 20. Instrumentos de política ambiental que orienta al biólogo marino en la toma de decisiones al uso y manejo integral de los recursos marinos y costeros.....	160
Tabla 21. Lineamientos de ANPROMAR. ....	165
Tabla 22. Estatuto de alumnos y puntos de contacto.....	167
Tabla 23. Estatuto del personal académico. ....	169
Tabla 24. Experiencias educativas de acuerdo al área de formación. ....	176
Tabla 25. Comparativo de porcentaje del resultado del examen de ingreso.....	180
Tabla 26. Calificación que obtuvieron los aspirantes en bachillerato. ....	181
Tabla 27. Porcentaje de promoción de EE de la región Poza Rica-Tuxpan.....	182
Tabla 28. Porcentaje de promoción de EE de la región Veracruz.....	183
Tabla 29. Promedio general por generación del PE de Biología Marina región Poza Rica-Tuxpan. ....	183
Tabla 30. Índice de deserción. ....	184
Tabla 31. Eficiencia terminal por generación.....	185
Tabla 32. Distribución de perfiles disciplinarios por región.....	186
Tabla 33. Cantidad de profesores por edad y región. ....	187
Tabla 34. Muestra la definición, actitudes e indicadores de cada uno de los aspectos descritos en el ideario.....	196
Tabla 35. Muestra las áreas terminales y sus experiencias educativas.....	208
Tabla 36. Catálogo de experiencias educativas del programa educativo de Biología Marina.....	213

Tabla 37. Muestra el perfil disciplinario de Poza Rica y Veracruz.....	217
Tabla 38. Aspectos que se requieren fortalecer en los profesores que participan en el PE de Biología MarinaAspectos que se requieren fortalecer en los profesores que participan en el PE de Biología Marina. ....	219

## Índice de figuras

Figura 1. Promedio General de los ODS detectados en el PE de BM.....	49
Figura 2. Triángulo Equilátero de Promedio Biología Marina.....	50
Figura 3. En porceso de ajustes-la presente es referencia del lugar a integrar en el documento. ....	92
Figura 4. Sexo de los egresados. ....	98
Figura 5. Grupos de edad al que pertenecen los egresados. ....	99
Figura 6. Porcentaje de egresados que cuentan con trabajo.....	100
Figura 7. Porcentaje de egresados que se desenvuelven en un trabajo relacionado con su formación profesional. ....	100
Figura 8. Tipo de institución en la que trabajan los egresados.....	101
Figura 9. Tipo de contratación de los egresados.....	102
Figura 10. Tiempo transcurrido entre el egreso y la contratación de los egresados.....	102
Figura 11. De las opciones que se le ofrecen a continuación seleccione el tipo de funciones y/o actividades que realiza en su trabajo. ....	103
Figura 12. Número de egresados encuestados de acuerdo a su año de ingreso a la licenciatura. ....	104
Figura 13. Número de egresados encuestados con respecto a su año de egreso de la licenciatura. ....	104
Figura 14. Porcentajes de egresados que poseen una certificación. ....	105
Figura 15. Porcentaje de egresados que cuentan con un posgrado. ....	105
Figura 16. Tipos de posgrados con el que cuentan los egresados.....	106
Figura 17. Rangos de ingresos que perciben los egresados. ....	107
Figura 18. Evaluación de los egresados a los Aspectos propios de la institución.....	108
Figura 19. Evaluación de la utilidad que representaron las experiencias educativas del Área de Formación Básica General para el aprendizaje de los egresados.....	109
Figura 20. Porcentaje de los valores que los egresados consideran haber adquirido o desarrollado durante su formación profesional.....	110
Figura 21. Evaluación de las actividades de la facultad. ....	111
Figura 22. Sector en el que trabajan los empleadores encuestados.....	111
Figura 23. Actividades predominantes en las empresas en las que laboran los empleadores.....	112
Figura 24. Aspectos a los que los empleadores dan más importancia al contratar biólogos marinos. ....	113
Figura 25. Sueldo promedio mensual que perciben los egresados de la licenciatura en Biología Marina.....	113
Figura 26. Cantidad de egresados de la carrera de biología marina que han laborado en las empresas de los empleadores. ....	114

Figura 27. Habilidades que deberán poseer los egresados en el futuro de acuerdo con lo reportado por los empleadores. ....	115
Figura 28. Valores y actitudes que los egresados deben tener de acuerdo con los empleadores.....	116
Figura 29. Actividades que predominan más en las empresas de los empleadores. ....	116
Figura 30. Sector en el que laboran los empleadores.....	117
Figura 31. Puestos que ocupan los expertos.....	117
Figura 32. Respuestas de los expertos sobre si los egresados tienen una identidad profesional. ....	118
Figura 33. ¿Cómo son vistos los egresados de Biología Marina? .....	119
Figura 34. Campo laboral en el que se desarrollan los egresados de Biología Marina....	124
Figura 35. Áreas en las que los expertos mencionan que habrá mayor demanda para los egresados de Biología Marina en los próximos 5 años.....	125
Figura 38. Número de Licenciaturas e Ingenierías con una oferta educativa afín a la carrera de Biología Marina en el país. La división de las regiones corresponde a los siguientes estados de la República: Noroeste (Baja California, Baja California Sur, Sinaloa y Sonora), Noreste (San luis Potosí y Tamaulipas, Nuevo León), Centro (Ciudad de México, Estado de México Guerrero, Puebla, Hidalgo, Tlaxcala), Occidente (Colima, Aguas Calientes, Guanajuato, Jalisco, Nayarit) y Sureste (Chiapas, Campeche, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán). ....	134
Figura 39. Nube de palabras programada con Atlas.ti que muestra la frecuencia de aparición de las palabras con mayor repetición en la descripción de los programas de biología marina y programas afines a nivel nacional.....	136
Figura 40. Mapa de palabras más repetidas en los planes de estudio en Latinoamérica. ....	144
Figura 41. Mapa de las palabras más repetidas dentro de los planes de estudio de las Universidades analizadas en esta sección. ....	152
Figura 42. Mapa que muestra las palabras más repetidas dentro de las universidades analizadas dentro de esta sección. ....	156
Figura 43. Muestra la frecuencia de palabras más repetidas en los programas de Biología Marina estudiados en este documento. ....	158
Figura 44. Porcentaje de aspirantes que recibieron alguna beca por necesidad económica. ....	177
Figura 45. Porcentaje de aspirantes con acceso a internet. ....	177
Figura 46. Distribución de aspirantes por edades región del PE de Biología Marina Poza Rica-Tuxpan. ....	178
Figura 47. Distribución de aspirantes por edades región del PE de Biología Marina Veracruz.....	178
Figura 48. Aspirantes por género de la región Poza Rica-Tuxpan y Veracruz. ....	179
Figura 49. Comparativo de estudiantes con problemas de depresión, ansiedad o estrés a nivel regional. ....	180
Figura 50. Resultados del PE de Biología Marina en las regiones Poza Rica-Tuxpan y Veracruz.....	181
Figura 51. Tipo de contratación de profesores.....	187
Figura 52. Estudiantes atendidos en tutorías región Poza Rica-Tuxpan. ....	189
Figura 53. Estudiantes atendidos en tutorías región Veracruz. ....	190

Figura 54. Organigrama, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Región Poza Rica- Tuxpan.....	191
Figura 55. Organigrama, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Región Veracruz.....	192

## 1. Visión

Para el año 2030 el Programa Educativo de Biología Marina formará profesionales en el área de las ciencias del mar, con estándares de calidad avalados por los organismos de acreditación nacionales e internacionales, contribuyendo a la conservación de los ecosistemas marinos y costeros para mejorar la calidad de estos y el aprovechamiento de los recursos para beneficio de la sociedad. Todo lo anterior a través de los procesos de docencia, investigación, internacionalización, certificación, capacitación, asesoría y prestación de servicios.

## 2. Análisis de las necesidades sociales

La transformación e integración del mundo se aceleró hacia el último tercio del siglo XX como resultado de un marcado crecimiento de las sociedades, los medios de producción, las comunicaciones y los sistemas informáticos. Por ende, se dio una rápida expansión de la educación superior y “acceder a la universidad” se convirtió en un anhelo y un vehículo de movilidad social formal de los sectores sociales populares. En nuestro país esta presión se manifestó hacia los años sesentas y setentas como consecuencia de la irrupción de las primeras generaciones de jóvenes y profesionistas nacidos y formados después de la conclusión e institucionalización de la Revolución Mexicana, a través de las movilizaciones de médicos y las protestas estudiantiles, así como la creciente migración de la población rural hacia las principales urbes, como consecuencia de la industrialización nacional.



Como parte de esta coyuntura, el Estado Mexicano se vio obligado a impulsar procesos de inclusión social y favoreció el incremento de la matrícula universitaria, a través del crecimiento de universidades públicas ya establecidas o de creación de nuevas instituciones, como fue la articulación en el Valle de México de las Escuelas Nacionales de Estudios Profesionales de la UNAM (ahora FES), así como la creación de las tres primeras unidades de la Universidad Autónoma Metropolitana. Este proceso de crecimiento y fundación también ocurrió en los estados. Alrededor de los 50's y 60's se crearon muchas de las Universidades estatales, por ejemplo, las dos universidades de la península de Baja California y la primera unidad foránea del Instituto Politécnico Nacional, en Baja California Sur. Sin embargo, las reformas universitarias no fueron, ni han sido, suficientes para que coincidan con la exigencia de la oferta de una educación superior de calidad para todos.

Estos procesos sociales confrontaron al modelo tradicional de enseñanza superior "elitista" (que por definición no es masiva), y se promovió la masificación de la enseñanza superior, impulsada entre otros por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en lo que se denominó "desarrollo hacia adentro" (Galo Burbano López. La Revista Iberoamericana de Educación. Núm. 21. Sep-Dic 1999). A pesar de dicha expansión, la oferta educativa universitaria fue más de tipo cuantitativo que cualitativo. Esto generó problemas inerciales de calidad y pertinencia de la educación superior, lo que provocó una desventaja competitiva de las universidades de Latinoamérica. Basta con consultar el ranking mundial de universidades para darse cuenta de este hecho. A pesar de que los avances hasta ahora están lejos de ser óptimos, se ha logrado un avance en rubros importantes como la participación equilibrada de la mujer y su derecho para acceder a la educación superior, hasta alcanzar actualmente el 50 % de la matrícula (e incluso mayor en muchas carreras). Así mismo, se ha puesto atención a los grupos minoritarios y/o históricamente marginados por medio de programas y becas de diversos tipos. Al respecto destaca, a nivel nacional, la Universidad Veracruzana Intercultural, como una respuesta comprometida para disminuir las inequidades de la educación superior del país.

La integración global exige que, para la resolución de los problemas socio-ambientales y económicos, la Universidad se encamine hacia la “internacionalización” como parte de un ecosistema global del conocimiento, lo cual plantea grandes retos para un sistema universitario cuyo origen tiene una marcada vocación regional. Lo que se propone actualmente es colocar el sistema universitario en un lugar de anticipación a las problemáticas actuales como propiciador de agentes de cambio, lo que hace de esta integración un desafío aún mayor. Como respuesta a estos retos en los últimos años se han conformado redes de instituciones de enseñanza superior y de investigación y se han implementado programas de apoyo y estrategias de cooperación entre docentes-investigadores. La finalidad de estos cambios es sencilla: volver a la esencia de generar y compartir conocimiento Universal. Las universidades con mayor desarrollo académico y prestigio, como la Universidad Veracruzana, han adoptado procesos de innovación y actualización permanentes.

En este sentido, la actualización de planes de estudios se convierte en un ejercicio recurrente que debe ser visto como un mecanismo de ajuste y congruencia. Es fácil quedar inmersos en dinámicas autocomplacientes y mirar sólo hacia el interior de la misma universidad, perder el contexto y dejar de escuchar la voz de la sociedad. A dos décadas del inicio del siglo XXI, los retos de las Universidades son muchos y deben ser resueltos rápidamente, pues la dinámica mundial y los avances se dan a mayor velocidad. Se deben aplicar políticas y programas enfocados en promover el talento humano para que se genere y transmita conocimiento nuevo. Si bien este conocimiento es valioso en sí mismo, es indispensable que sirva también para la resolución de los problemas sociales basados en conocimiento.

Varios autores han considerado pertinente llamar a esta época la sociedad de la información, que se caracteriza principalmente por:

a) El conocimiento y la capacidad para innovar como recursos que generan valor y que son renovables.

- b) La transición de un modo de conocimiento tradicional a un modo de conocimiento hermenéutico y reflexivo.
- c) El impacto de las nuevas tecnologías de comunicación que permiten un rápido intercambio de conocimiento.

En este sentido, la UNESCO apoya el uso de la innovación digital para ampliar el acceso a las oportunidades educativas y avanzar en la inclusión, mejorar la pertinencia y la calidad del aprendizaje, crear vías de aprendizaje mejoradas por las TIC, reforzar los sistemas de gestión de la educación, y dar seguimiento a los procesos de aprendizaje (UNESCO, 2022).

Las tecnologías digitales se han convertido en una necesidad social para garantizar la educación como un derecho humano básico, especialmente en un mundo que debe hacer frente a crisis y conflictos cada vez más frecuentes. Durante la pandemia de COVID-19, los países que no contaban con una infraestructura de TIC suficiente ni con sistemas de aprendizaje digital adecuados sufrieron las mayores interrupciones educativas y pérdidas de aprendizaje. Esta situación dejó hasta un tercio de los estudiantes de todo el mundo sin acceso al aprendizaje durante el cierre de las escuelas durante más de un año. Las perturbaciones de la educación debido a la pandemia de COVID-19 puso claramente al descubierto la necesidad urgente de aliar las tecnologías y los recursos humanos para transformar los modelos escolares y construir sistemas de aprendizaje inclusivos, abiertos y resilientes (UNESCO, 2022).

Como se ha mencionado anteriormente, la tecnología de la información (TI) es cada vez más fundamental para el desarrollo socioeconómico de una nación. Está provocando grandes cambios en nuestras sociedades al transformar la forma en que consumimos, trabajamos, producimos, formamos y pasamos el tiempo libre. Prácticamente todas las organizaciones internacionales de desarrollo se refieren a TI para el desarrollo económico y social. De hecho, las desigualdades entre las

personas se relacionan cada vez más con la capacidad de las personas para usar las TI y con qué eficiencia (Youssef *et al.*, 2015).

En lo que respecta a la Educación Superior, el uso de TI tiene tres consecuencias principales para los docentes, los alumnos y las instituciones educativas. Para los docentes, la gama de recursos educativos en línea ha crecido exponencialmente. Los docentes han comenzado, mediante un proceso de prueba y error, a utilizar estos recursos para mejorar su enseñanza. Para los alumnos, el acceso a estos recursos los impulsa a investigar el material con mayor profundidad, y luego pueden comenzar el autoaprendizaje. Estos son procesos que los maestros ya no pueden ignorar a medida que se vuelven complementarios, o incluso sustituibles en las interacciones en el aula. Finalmente, todas las instituciones educativas intentan estructurar estas dos consecuencias e incluirlas en sus estrategias educativas (Hakkarainen *et al.* 2000; Darkwa y Antwi, 2021).

El problema resurge ahora frente a los grandes descubrimientos científicos y tecnológicos que inciden en la convivencia humana y que demandan la construcción de un nuevo marco ético que permita condiciones de equidad. La ruptura que han provocado las redes sociales y las tecnologías de comunicación personalizada a través del teléfono celular ha impuesto nuevos valores y ha generado problemas inéditos en la sociedad, sin que sea fácil predecir sus efectos a mediano y largo plazo. En este escenario se presenta una paradoja evidente: en el momento de la historia en el que se genera un mayor volumen de información y de conocimiento los individuos se muestran incapaces de asimilarla y procesarla (Sartori, 2005).

Como fenómeno derivado del uso de las redes sociales se han generado distorsiones en la sociedad que no se habían advertido antes, por ejemplo, la relativización de la verdad y del conocimiento científico a la vez que se difunden y propician verdades a medias o noticias falsas con el fin de influir en grandes grupos sociales. Esto ha generado nuevos problemas que requieren de una respuesta por parte de los sectores más críticos de la sociedad. Formar estudiantes críticos con

fundamentos científicos sólidos es prioritario para contender con esta situación. Los polos de identidad tanto culturales como sociales se han trastocado y se ha dado inicio a una serie de intercambios culturales que han llevado a configurar nuevas identidades y a desvanecer formas de vida que de antaño habían tenido sitios inamovibles en las comunidades locales. Ante esto, autores como Edgar Morin advierten la ausencia de una instancia que proteja las culturas (Morin, 2006).

La constitución de un “paradigma de la complejidad”, o de un “método de la complejidad” o “pensamiento complejo” es el eje de la obra de Edgar Morin. El pensamiento complejo de Morin consiste en un conjunto de principios de intelección y de estrategias metodológicas que tienen como fin orientarnos para poder evitar descripciones, explicaciones y concepciones simplificadoras y reduccionistas de los distintos fenómenos, en particular de los fenómenos humanos socioculturales (Solana, 2001, Aronson, 2013).

La irrupción de la complejidad en las décadas de 1970 y 1980 —y aún hoy en sus proyecciones actuales— ha tenido un enorme impacto en la forma en que entendemos el conocimiento científico. En torno a esta irrupción se ha generado una controversia: para algunos autores los estudios sobre la complejidad constituyen una revolución científica en ciernes (Wolfram, 2002).

La complejidad convoca a enlazar y articular la evidente dispersión del conocimiento, con el propósito de aumentar y mejorar la comprensión del mundo natural y social. Para ello, es preciso superar las fronteras disciplinares, realizar una lectura oblicua (no-lineal) de la realidad y articularla con la lógica de la complejidad y la necesidad de expresar cómo se atraviesan las múltiples dimensiones del conocimiento (Aronson, 2013).

## **2.1 El desarrollo científico y tecnológico**

Los grandes avances científicos y tecnológicos en todos los campos de la ciencia son el distintivo de las últimas décadas y de manera acelerada al inicio del siglo XXI. En el ámbito de la biotecnología y la genética destacan la clonación, la secuenciación masiva de genomas, la edición genética vía el sistema CRISPR-Cas9, entre otros, que sin duda inauguran nuevas reflexiones en torno a las posibilidades del uso humano de estos nuevos descubrimientos y sus implicaciones éticas. Pero al mismo tiempo, esto genera incertidumbre y obliga a repensar acerca de nuestros propios límites para asimilar positivamente estos avances. Es así que los descubrimientos científicos y tecnológicos han generado nuevos debates en las distintas disciplinas.

Mención aparte merece el debate ecológico: los efectos provocados por la intervención del hombre y la transformación de los sistemas naturales han propiciado el cambio climático global. Vivimos una situación de emergencia que requiere nuestra inmediata intervención. Según los especialistas, nuestra generación será la última con posibilidad de generar estrategias y acciones para poder corregir dichos cambios. El cambio climático, el estrés hídrico recurrente, la sobreexplotación de recursos naturales, la pérdida de biodiversidad y de hábitats entre otros, obligan no sólo a las ciencias naturales a la búsqueda de soluciones, sino también a las ciencias sociales a proponer un marco ético adecuado para tales acciones. Se habla ya del Antropoceno, en alusión a esta época de extinción masiva de especies por eventos no naturales sino generados por el ser humano.

Los impactos humanos modernos en la Tierra han sido suficientes para traer una nueva época geológica, tiene solo dos décadas. En ese corto tiempo, su uso ha crecido de manera explosiva, no solo en las ciencias de la Tierra, sino también mucho más ampliamente para extenderse a través de las ciencias en general, para extenderse a las ciencias sociales, las artes y las humanidades. Esta unidad de tiempo geológico que comienza en todo el planeta y sincrónicamente a mediados del siglo XX con los cambios masivos provocados por la industrialización y la

globalización que se remonta a muchos milenios para abarcar los primeros impactos ambientales humanos (Zalasiewicz, 2021).

El término Antropoceno surgió inicialmente por parte de la comunidad científica a principios de la década de 2000. Una gran cantidad de investigadores anunciaron que la época del Holoceno terminó como consecuencia de las actividades humanas. Primero asociado con el inicio de la Revolución Industrial, luego se vinculó más estrechamente con la Gran Aceleración en la industrialización y la globalización de la década de 1950. Lo cual modificó fundamentalmente las señales físicas, químicas y biológicas en los archivos geológicos. Desde 2009, el Antropoceno ha sido evaluado por el Grupo de Trabajo de Antropoceno. Esto refleja un estado del Sistema Tierra en el que las actividades humanas se han convertido en impulsores predominantes de modificaciones en el registro estratigráfico, haciéndolo claramente distinto del Holoceno. Sin embargo, más recientemente, el término Antropoceno también se ha utilizado para diferentes interpretaciones conceptuales en diversos campos académicos, incluidas las ciencias ambientales y sociales y las humanidades (Zalasiewicz, 2021).

## **2.2 Contexto internacional y los retos del profesional de la biología marina**

Se ha dicho que existen tres categorías de Universidad: 1) la humboldtiana o de investigación, 2) la de formación de profesionales que sigue el modelo napoleónico y 3) la intelectual/formativa o de modelo británico. Estas categorías se adoptaron en diversos países del mundo. El modelo humboldtiano, por ejemplo, influyó en las universidades norteamericanas, que, dicho sea de paso, son las que ocupan los primeros lugares del ranking mundial. Con el avance social y cultural de occidente, poco a poco se fue entendiendo la importancia de la investigación como actividad sustancial de las universidades modernas (Ruíz-Corbella y López-Gómez, 2019).

Con el advenimiento de los avances descritos previamente en el terreno de la comunicación global, el papel del biólogo marino egresado de la Universidad Veracruzana se verá robustecido en el ámbito internacional y su labor podrá ser

punto de partida para realizar estudios científicos y orientar los esfuerzos de conservación y explotación sustentable en diversas partes del planeta. Además, la oportunidad de realizar estudios de posgrado e investigación en el exterior les brindará también la oportunidad de crear capacidades de frontera y traer a nuestro país perspectivas novedosas en áreas de la biología marina importantes para el desarrollo nacional. La estructura de los sectores político, económico y cultural de la sociedad global está determinada por el grado de desigualdad, pobreza material y alimentaria, escasez de agua y energía, desempleo, desintegración social, deterioro del ambiente, degradación de los recursos naturales, contaminación en el ambiente marino, entre otros (Meadows, Randers y Meadows, 2004).

Algunas perspectivas novedosas para la investigación en biología marina se han dado desde el desarrollo tecnológico. Últimas investigaciones reportan cómo han aumentado las capacidades de observación y monitoreo de los océanos para los biológicos marinos en los últimos años. Por lo que la manera de entender los océanos está en la cúspide de un cambio radical. Ya que la capacidad para automatizar la recopilación y el procesamiento de datos, así como la integración de flujos de datos aumentará drásticamente la cantidad y la calidad de la información. Estos nuevos conocimientos disponibles a partir de estos monitoreos continuos les ayudarán a tomar mejores decisiones en el futuro. No hay duda de que los científicos continuarán ampliando su comprensión sobre los océanos y cómo estos están cambiando. Sin embargo, es incierto si este flujo de información que se encuentra en expansión podrá influir en la generación de las políticas públicas necesarias para su conservación (Bax *et al.*, 2019).

Estos cambios en la manera en que se observan y se monitorean los océanos ponen sobre la mesa cuestiones clave para la próxima década. Por lo que el estudio de los océanos tendrá gran potencial para respaldar los objetivos de las Naciones Unidas y de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible. Esto requiere esfuerzos conjuntos entre universidades y países, ya que el desarrollo de un



sistema global de observación para diferentes tipos de ecosistemas marinos requiere constante comunicación intergubernamental para llevar a cabo el monitoreo de los progresos que se lleven a cabo en relación con los acuerdos internacionales. Esta automatización, recopilación e interpretación de datos facilitarían la adopción de información actualizada por parte de los tomadores de decisiones en las próximas décadas (Bax *et al.*, 2019).

Ante esta situación, el profesional de la biología marina enfrenta el gran desafío para atenuar o eliminar los efectos negativos del antropoceno. Investigaciones recientes proponen que este trabajo se lleve a cabo desde la interacción con diferentes áreas del conocimiento (Zalasiewicz, 2021). Su actividad debe estar encaminada a participar activamente en la construcción de un modelo de desarrollo incluyente orientado hacia la conservación de los recursos naturales en un contexto de justicia social y viabilidad económica (UNCED, 1992). La investigación sobre alternativas de manejo y explotación de recursos naturales que minimicen el deterioro del ambiente, o busquen su remediación, es uno de los puntos centrales del quehacer del biólogo marino (Sato y Dos Santos, 1997).

### **2.3 Importancia de los ecosistemas acuáticos como recursos para el desarrollo de la sociedad**

Estos sistemas naturales han soportado la presión impuesta por el aumento de la población humana y de la producción económica mundial por excedentes. Aún cuando la producción mundial de satisfactores fuera suficiente para todos, la distribución inequitativa de la riqueza provoca un escenario de desequilibrio social y fuertes presiones geoestratégicas. En los países desarrollados, los subproductos industriales y agrícolas afectan suelo, aire, agua y biota. En los países en vías de desarrollo, la deforestación masiva, las prácticas agrícolas inadecuadas y la urbanización incontrolada se cuentan entre los factores principales que ocasionan la degradación del ambiente. El agotamiento de los recursos naturales y de los servicios ambientales que proveen se vislumbra como riesgo para la viabilidad futura de la sociedad, (García, 2000) y se advierte la emergencia de una nueva concepción de vulnerabilidad y seguridad (Martínez y Fernández, 2004). Ésta debe

abarcar no sólo la protección de los seres humanos, sino también la protección de la diversidad biológica, el funcionamiento de los ecosistemas y de los recursos necesarios para la vida. Las zonas costeras albergan un gran número de actividades humanas esenciales que con frecuencia están en conflicto con la conservación de las comunidades ecológicas que lo habitan. Se estima que casi el 70 % de la población mundial vive en la costa, a no más de 60 km de distancia de ésta. Este porcentaje sigue aumentando, por lo que se estima que puede llegar a duplicarse en menos de 30 años. A nivel local, sabemos del deterioro de los ecosistemas marinos y costeros en gran parte del litoral de los cinco estados costeros del Golfo de México.

#### **2.4 Biodiversidad marina y aprovechamiento racional de los recursos para la preservación de los ecosistemas naturales**

Lo que sabemos en los últimos reportes con relación a los ecosistemas terrestres y oceánicos, es que están cambiando más rápidamente de lo que han experimentado las sociedades humanas en los últimos dos milenios (Schmidtke *et al.*, 2017; Stock *et al.*, 2017). Los cambios en el océano están ocurriendo en muchos niveles. Se tiene datos de que existe una sustancial de sobrepesca, que afectan a una gran cantidad de especies marinas (e.g. Watson *et al.*, 2017), lo que genera impactos a nivel de población, a nivel de comunidad y a nivel ecosistema en la costa (Jennings y Kaiser, 1998), y también en aguas profundas (Koslow *et al.*, 2000). Algunos otros reportes nos dicen que incluso en ambientes pelágicos existe pérdida de la diversidad marina (Crespo y Dunn, 2017). En varios sitios han sido reportados los reemplazos de arrecifes de coral por algas de rápido crecimiento debido a los nutrientes y otros contaminantes introducidos por los humanos en diversos territorios de importancia para especies prioritarias (Hughes *et al.*, 2017). Es importante resaltar que estos problemas pueden llegar a afectar la seguridad alimentaria y el turismo de las comunidades locales si no se toman medidas y se aplican estrategias de disminución del impacto de estas problemáticas (Williams *et al.*, 2010; Thresher *et al.*, 2011).

Estas problemáticas están desafiando la sostenibilidad de las poblaciones de peces marinos y las pesquerías (Pörtner *et al.*, 2014; Gattuso *et al.*, 2015). Ya que los cambios en las condiciones del océano afectan directamente la fisiología y biología de los organismos marinos, afectando, por ejemplo, su crecimiento, reproducción, mortalidad y, por lo tanto, la dinámica de la población. Tales cambios dan como resultado cambios adicionales en la biogeografía, la estructura de la comunidad y las interacciones tróficas de los ecosistemas marinos. Los sectores dependientes de los ecosistemas marinos, como la pesca de captura, se verían afectados por los efectos sobre las capturas, los ingresos, los costos y la eficacia de la gestión pesquera. Estos cambios interactúan con problemas globales más amplios, como el crecimiento de la población, los cambios en el suministro de alimentos, los patrones de consumo y las políticas energéticas. Para comprender completamente los desafíos del cambio climático en los sistemas marinos.

Para identificar oportunidades para mitigarlos, se necesita un examen holístico de los efectos del cambio climático en los diferentes niveles de organización del sistema planetario (Cheung, 2018). Por el momento, los indicadores de la abundancia de los recursos pesqueros, se ha reducido aproximadamente a la mitad desde la década de 1950 (Watson *et al.*, 2013), con más del 60 % de las poblaciones de peces mundiales que tienen una biomasa inferior a la esperada. para producir el máximo rendimiento sostenible (Worm *et al.*, 2009; Costello *et al.*, 2012). Continuar con la pesca como el statu quo resultará en un mayor agotamiento y erosión de los beneficios sociales de las poblaciones de peces (Sumaila *et al.*, 2007; Costello *et al.*, 2016).

Otro de los retos básicos más apremiantes que enfrenta la biología marina es el rezago Taxonómico y la Sistemática de buena parte de los grupos de organismos marinos, aún de aquellos conspicuos y de usufructo común. Por ello, es imprescindible contar con recursos humanos para avanzar en el esclarecimiento sistemático e integrativo de los organismos actuales, especialmente en las zonas poco estudiadas como las tropicales y las aguas profundas. Es importante destacar

que, para el estudio, descripción y eventualmente predicción de los procesos biológicos marinos, se requiere de infraestructura especializada tanto para la reproducibilidad de las condiciones naturales como para la observación de los organismos en el laboratorio, tales como algas microscópicas, foraminíferos y zoopláncteres etc. Actualmente el desarrollo de vehículos submarinos (tripulados o robóticos) para fines científicos permite la observación directa no invasiva y la recolección más adecuada y menos destructiva del entorno. También, el perfeccionamiento de la captura de imagen y video digitales a grandes profundidades ha permitido la exploración de hábitats y organismos abisales.

Es de esperar que la introducción de métodos electrónicos en la medición sinóptica y continua de los parámetros físicos y químicos de la columna de agua, pueda ampliarse a estudios cuantitativos de biología marina, especialmente para la estimación de la biomasa en los distintos niveles tróficos. Los procesos migratorios marinos se estudian tradicionalmente por marcado-recaptura, y más recientemente por telemetría y seguimiento satelital mediante sensores especiales. Por otro lado, para el estudio de la edad y crecimiento de organismos marinos se usa regularmente la esclerocronología, utilizándose en algunos casos las marcas que aparecen en otolitos, vértebras, espinas y escamas de peces; así como conchas, estiletes y picos de moluscos. La metodología de estudio en el laboratorio no difiere esencialmente de la empleada en la biología de animales terrestres y en sus ciencias auxiliares.

## **2.5 El cambio climático y la búsqueda de fuentes alternas de energía**

En las últimas décadas las emisiones de dióxido de carbono han aumentado sustancialmente debido al uso de combustibles fósiles. Esto ha provocado el calentamiento de la atmósfera terrestre y el fenómeno de la lluvia ácida, entre otros. De continuar, o aumentar dichas actividades, la temperatura global podría incrementarse entre 1 y 3.5 ° C para el año 2050, lo que significa un aumento mayor a cualquier otro observado en los últimos diez mil años. Como consecuencia, el nivel medio del mar podría aumentar y podrían presentarse con más frecuencia eventos

climáticos catastróficos como inundaciones, huracanes e incendios de gran magnitud (Gay García, 2000). Todo esto tiene efectos perjudiciales, tanto en la economía, como en la calidad de vida de la presente y de futuras generaciones. Para atenuar o revertir el cambio climático es necesaria la búsqueda de energías alternativas a la de los combustibles fósiles y optimizar el manejo de la energía actual. La obtención de biocombustibles a partir de algas unicelulares es una de las tecnologías verdes más prometedoras y que más se han explorado en los últimos años.

Por otra parte, si bien la reducción y gestión efectivas del esfuerzo pesquero pueden reconstruir las poblaciones de peces a niveles sostenibles (Worm *et al.*, 2009; Sumaila *et al.*, 2012; Costello *et al.*, 2016), el cambio climático plantea un desafío fundamental para tales medidas (Cheung *et al.*, 2012). En particular, además del efecto de la pesca, los factores ambientales, como la temperatura y la producción primaria, también juegan un papel importante en la determinación de la producción mundial de peces (McOwen *et al.*, 2015; Britten *et al.*, 2016). Los factores ambientales están cambiando drásticamente y, en consecuencia, afectan las poblaciones de peces y la producción pesquera (Gattuso *et al.*, 2015).

## **2.6 El desarrollo sostenible y sus implicaciones en el manejo de recursos acuáticos**

Es a partir de 1972 con la "Primera Cumbre Mundial Sobre Desarrollo y Medio Ambiente", organizada por las Naciones Unidas (ONU), cuando los seres humanos empezamos a buscar nuevas formas de crecimiento. A este modelo se le dio el nombre de "Eco Desarrollo" como la alternativa para lograr un crecimiento armónico entre el hombre y la naturaleza. En 1987 en el informe titulado Nuestro Futuro Común, presentado a la Asamblea General de las Naciones Unidas por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, se plantea un nuevo modelo denominado "Desarrollo Sostenible" definido como: el quehacer frente a las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades. En 2012 la Conferencia de las Naciones Unidas Río +20 (2012), en su documento "Principios de la

sustentabilidad”, enfatiza varios principios y acciones a tomar en cuenta para detener el deterioro ambiental, por ejemplo:

- Para alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada.
- Se debe cooperar a escala mundial para conservar, proteger y restablecer la salud y la integridad de los ecosistemas de la Tierra.
- Los Estados deberían propiciar un aumento del saber científico
- Movilizar la creatividad, los ideales y el valor de los jóvenes para lograr el desarrollo sostenible por medio de una formación integral y multidisciplinaria
- Deben protegerse el medio ambiente y los recursos naturales de los pueblos sometidos a opresión, dominación y ocupación.
- Los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. La falta de certeza científica no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en el marco del planteamiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible al 2030, plantea diferentes acciones a realizarse en el corto plazo para armonizar la situación de escasez y pobreza con la preservación del medio ambiente:

- Aplicar programas eficientes para poner fin al hambre y lograr la seguridad alimentaria
- Se requiere garantizar las modalidades de consumo y producción sostenibles
- Incrementar las acciones para conservar y utilizar en forma sostenible los océanos y recursos marinos
- Detener la alteración de los ecosistemas marinos y costeros

Si bien más de 3,000 millones de personas dependen de la diversidad marina y costera para su sustento, se calcula que un tercio de las poblaciones de peces del mundo está sobreexplotada. La salud de los océanos es prioritaria pues absorben el 30% de CO<sub>2</sub> producido por los seres humanos. Por otra parte, se calcula que hay

hasta 13 000 piezas de basura plástica en cada kilómetro cuadrado del océano y los micro-plásticos se han convertido en un problema reciente que afecta a seres marinos de todo tipo. Este daño se revierte al ser humano que los consume.

La biogeografía de los ectotermos marinos, incluidos todos los peces e invertebrados, depende en gran medida de las condiciones del océano, en particular de la temperatura. Los peces e invertebrados han desarrollado preferencias y tolerancias de temperatura específicas para adaptarse a la media y las variaciones de las condiciones ambientales de sus hábitats (Pörtner y Farrell, 2008). Las especies pueden responder al calentamiento de los océanos en parte cambiando sus hábitats a áreas donde la temperatura y otras condiciones del océano coincidan con sus preferencias y límites de tolerancia. Dichos cambios son generalmente hacia regiones de mayor latitud o hacia aguas más profundas donde existen refugios más fríos bajo el calentamiento del océano (Cheung *et al.*, 2009; Poloczanska *et al.*, 2013). Como resultado, las áreas de distribución de las especies cambian con el cambio climático, lo que provoca cambios en la composición de las especies y la estructura de la comunidad.

En la última década, se han desarrollado modelos de simulación por computadora para proyectar escenarios de distribución futura de especies marinas explotadas bajo el cambio climático. Se desarrolló un modelo mecanicista de distribución de especies (llamado modelo de envolvente de bioclima dinámico, DBEM) que integraba cambios en las condiciones oceánicas, ecofisiología, dinámica de población espacial con modelado de hábitat para proyectar cambios anuales en la abundancia potencial y capturas pesqueras de más de 1000 peces e invertebrados explotados en los océanos globales (Cheung *et al.*, 2016). Las proyecciones sugieren que, en general, las especies se desplazaron hacia los polos y hacia aguas más profundas en todo el mundo, lo que está provocando una alta tasa de aumento de especies en el Ártico, pero una gran pérdida de especies locales en las regiones tropicales, así como en los mares semicerrados (Cheung *et al.*, 2009; Jones y Cheung, 2015). Como resultado, se espera que las pesquerías continúen

aumentando en las regiones extratropicales (Cheung *et al.*, 2015), y al mismo tiempo se prevé que los océanos tropicales tengan condiciones que van más allá de las que las comunidades de peces han experimentado históricamente, lo que provocará una alta tasa de extinción local.

## **2.7 Desarrollo de la producción de alimentos de origen acuático**

Según las estadísticas mundiales más recientes sobre acuicultura recopiladas por la FAO, la producción acuícola mundial alcanzó otro récord histórico de 114,5 millones de toneladas de peso vivo en 2018, con un valor total de venta en la explotación de 263,600 millones de USD. La producción total consistió en 82,1 millones de toneladas de animales acuáticos (250,100 millones de USD), 32,4 millones de toneladas de algas acuáticas (13,300 millones de USD) y 26,000 toneladas de conchas marinas ornamentales y perlas (179,000 USD). En 2018, la cría de animales acuáticos estuvo dominada por los peces de aleta (54.3 millones de toneladas, 139,700 millones de USD), procedentes de la acuicultura continental (47 millones de toneladas, 104,300 millones de USD), así como en la acuicultura marina y costera (7.3 millones de toneladas, 35,400 millones de USD). Después de los peces de aleta se ubicaron los moluscos principalmente bivalvos (17.7 millones de toneladas, 34,600 millones de USD), crustáceos (9.4 millones de toneladas, 69,300 millones de USD), invertebrados marinos (435,400 toneladas, 2,000 millones de USD), tortugas acuáticas (370,000 toneladas, 3,500 millones de USD).

La producción acuícola mundial de animales acuáticos cultivados creció, en promedio, un 5.3 % anual en el período 2001-2018. La producción mundial de algas acuáticas cultivadas, dominada por las algas marinas, experimentó un crecimiento relativamente bajo en los últimos años. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura en su documento *The future of food and agriculture: trends and challenges* describe 15 tendencias y 10 retos que incidirán en la alimentación en las próximas décadas (FAO, 2017). En este contexto, la biología marina ofrece opciones que pueden servir para resolver estos retos. Se



dice que el mar podría aportar una cuarta parte de la alimentación mundial para el año 2050.

Uno de los principales retos con los que el biólogo marino debe estar familiarizado se relaciona con la necesidad de producir alimentos y disminuir el impacto que actualmente se ejerce sobre el ambiente para producirlos. Se han generado avances biotecnológicos en varios sentidos, como el aumento de la producción gracias al mejoramiento genético de las especies de cultivo y crianza. Se ha logrado la generación de variedades resistentes a la sequía, la salinidad y a algunas plagas mediante la modificación genética. No obstante, no se ha demostrado su inocuidad hacia el ambiente, ni a la salud (Rifktin, 1996).

Como la extracción de productos marinos por pesquerías parece haber llegado a un estado de explotación estable que no alcanza a cubrir la creciente demanda de pescados y mariscos, la acuicultura será en los próximos años la única opción para satisfacer la demanda de productos acuáticos. La FAO (2018) estima que la producción acuícola mundial debe aumentar 40 millones de toneladas para el año 2030 con el fin de mantener el nivel actual de alimentos acuícolas disponibles *per capita*.

## **2.8 Contexto nacional**

México posee una gran riqueza natural en sus regiones oceánica y costera, ligada a la extensión territorial y diversidad, producto de su singular fisiografía y posición geográfica intertropical. Los litorales de México tienen una extensión de 11,122 km, exclusivamente en su parte continental y sin incluir litorales insulares, de los cuáles 7,828 km pertenecen al Océano Pacífico y 3,294 km al Golfo de México y Mar Caribe (INEGI 2002). En esta zona se incluyen 1 562 500 hectáreas de lagunas litorales y esteros, la plataforma continental y la zona económica exclusiva. Es uno de los países megadiversos a nivel mundial con mayor extensión oceánica (~ 65%) que terrestre (35%), distribuida en la región del Océano Pacífico (incluyendo los Golfo

de California y Tehuantepec) y en el Océano Atlántico (con el Golfo de México y el Mar Caribe). A su vez el Golfo de México contiene al Golfo de Campeche. Lo anterior da lugar a una amplia variedad de ecosistemas y de especies, así como de procesos ecológicos.

Los ecosistemas marinos son una de las principales fuentes de alimentación para el ser humano. México aprovecha gran parte de las especies que habitan en nuestros mares, siendo el camarón, el atún, el huachinango, la lisa, el mero y la sardina las especies de mayor consumo. Sin embargo, más 230 especies de peces del Golfo de México, 95 especies del Mar Caribe y 240 del Océano Pacífico, son explotadas para consumo.

En nuestro país, en la mayoría de estos ecosistemas marinos habitan un gran número de organismos. Se pueden encontrar más de 300 especies de medusas, corales y anémonas; más de 4 mil especies de moluscos como pulpos, caracoles y almejas; más de 5 mil especies de crustáceos como los camarones, cangrejos, jaibas y langostas. Alrededor de 2,500 especies de peces, tiburones y rayas; alrededor de 50 especies de mamíferos marinos y un total de 11 especies de tortugas y cocodrilos.

### **2.8.1 Las actividades productivas de pesca y acuicultura en México**

La carencia de una tradición pesquera en el país, debido fundamentalmente a una evolución socioeconómica alejada del mar desde la época de la colonia, trajo como consecuencia un retraso significativo en el desarrollo de la industria pesquera y por ende la acuícola. En 1976, el Gobierno Federal decreta la extensión de la zona Económica Exclusiva (Z.E.E.), a 200 millas entrando en vigor el primero de agosto del mismo año. Lo anterior reivindicó para México los recursos minerales y pesqueros en una superficie de 2.5 millones de kilómetros cuadrados de aguas litorales en 11,122 km de litoral y permitió la "mexicanización" del Golfo de California en su totalidad, aunado a las 2.5 millones de hectáreas susceptibles de llevar a cabo actividades acuícolas. A pesar de estos recursos, el país ha vivido sin mirar al mar.

Con la creación del Departamento de Pesca, surge por primera vez un Plan Nacional de Desarrollo Pesquero, en el cual se señala que para el año 2000, se deberían capturar dos millones de toneladas de productos pesqueros. En el 2018, se capturó un total de 2 159,650 toneladas de productos pesqueros, es decir, 20 años después se alcanzó esa meta (tabla 1). La acuicultura en los 17 estados costeros produce el 15 % de los pescados y mariscos a nivel nacional con casi 222 mil toneladas en promedio anualmente y ganancias por encima de los 6 mil millones de pesos. Las entidades con mayor volumen son Sonora (54,000 ton); Sinaloa (casi 45,000 ton); Veracruz (30,000 ton) y Tabasco (19,000 ton).

*Tabla 1. Producción Pesquera Nacional en Peso Vivo (Ton) 2011-2021.*

<b>Año</b>	<b>Producción</b>
2011	1'660,475
2012	1'687,498
2013	1'746,277
2014	1'751,953
2015	1'692,872
2016	1'733,219
2017	2'154,855
2018	2,159,650
2019	1,886,796
2020	1,950,011
2021	1,928,947

Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural CONAPESCA, Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca, México, 2021.

Es necesario señalar que la evolución del sector pesquero contribuye a la generación de divisas, fomenta el desarrollo regional y el empleo y sobre todo preservar la soberanía de nuestros mares, en la medida que podamos realizar la óptima sustentabilidad de nuestros recursos pesqueros. Con el esfuerzo conjunto de los científicos y los pescadores, se han detectado más de 200 especies explotables de gran importancia económica y de alto valor alimenticio, pero no se

logra aún que el pescado se convierta en un producto popular, cuya demanda y consumo lo hagan apreciable en la mesa de los mexicanos. Existe un marcado desequilibrio en cuanto al consumo de productos pesqueros entre las zonas rurales y urbanas, entre las regiones costeras y las interiores y los diversos estratos de ingresos. El consumo *per capita* ha sido variable sin existir una tendencia favorable al alza, así en el 2010 se tenían 10.57 Kg por persona alcanzando su máximo de 13.13 Kg en el 2017 (Tabla 2). No existe una relación entre el crecimiento de la producción total nacional y el consumo *per cápita*.

Tabla 2. Consumo per Cápita (Kg/Hab) 2011-2021.

Año	Consumo
2011	9.34
2012	8.91
2013	9.40
2014	11.29
2015	11.91
2016	12.48
2017	13.13
2018	12.91
2019	11.51
2020	11.39
2021	12.36

Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural CONAPESCA, Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca, México, 2021.

La flota pesquera opera con bajos niveles de productividad y altos costos debido a la obsolescencia del equipo y a la falta de refacciones, a la insuficiencia de artes de pesca, la escasez de mano de obra calificada y a la falta de diversificación en la captura. Lo anterior origina baja rentabilidad, altas mermas y abastecimiento inadecuado. El total de las embarcaciones en el 2018 asciende a 77,483 sin embargo, de este total, 75,456 corresponden a embarcaciones menores que se dedican a la pesca artesanal cuya escasa autonomía en el mar implica la

explotación de alto impacto en las zonas inmediatamente cercanas a la línea de la costa (Zarza, 2021) (Tabla 3 y 4).

*Tabla 3. Infraestructura Pesquera (Embarcaciones) 2011-2021.*

<b>Año</b>	<b>Embarcaciones</b>
2011	82,069
2012	71,654
2013	76,096
2014	75,741
2015	76,285
2016	75,997
2017	76,306
2018	77,483
2019	76,880
2020	77,069
2021	76,131

Fuente: Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural CONAPESCA, Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca, México, 2021.

Aunado a lo anterior, 2,027 embarcaciones de pesca de altura tienen una antigüedad de más de 30 años. Por lo que su mantenimiento es demasiado alto y son en este momento obsoletos.

*Tabla 4. Embarcaciones Menores (Pesca Ribereña) 2011-2021.*

<b>Año</b>	<b>Embarcaciones Menores</b>
2011	78,888
2012	68,496
2013	74,055
2014	73,725
2015	74,266
2016	73,978
2017	74,286
2018	75,456
2019	74,863

2020	75,090
2021	74,275

Fuente: Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural CONAPESCA, Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca, México, 2021.

Algunas actividades pesqueras, como la del camarón, han tenido que tomar decisiones drásticas y disminuir la flota en más del 50 % debido al crecimiento acelerado que tuvo y a la sobre explotación que llevan a cabo, dicha actividad había llegado a los límites máximos sostenibles. En contraste, las pesquerías de escama se encuentran en un nivel de sub-explotación. También es necesario hacer referencia a la sub-utilización de la flota atunera y al decaimiento de la captura, industrialización y comercialización de estos productos en los Estados Unidos.

Por otro lado, la acuicultura carece de infraestructura básica y se enfrenta a la siembra indiscriminada de especies, a la deficiente asistencia técnica y crediticia y a la dispersión organizativa de los productores. Cabe señalar que las actividades acuícolas representan el 16.2 % de la producción pesquera nacional.

*Tabla 5. Producción por Acuicultura (Ton) 2011-2021.*

<b>Año</b>	<b>Producción</b>	<b>Participación %</b>
2011	262,855	15.8
2012	254,026	15.0
2013	245,761	14.0
2014	325,003	18.5
2015	359,993	21.2
2016	388,833	22.4
2017	404,551	18.7
2018	395,537	18.3
2019	351,002	18.0
2020	351,002	18.0
2021	351,002	18.0

Fuente: Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural CONAPESCA, Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca, México, 2021.

Dada la problemática de la pesca del camarón, se inició en nuestro país el cultivo del mismo en grandes estanques; sin embargo, se enfrentan graves problemas en cuanto al rendimiento por hectárea, de sanidad y de nutrición. A pesar de lo señalado, la producción de camarón, a través de la acuicultura, tiene un crecimiento sostenido.

En lo referente a recursos humanos, en la Tabla 6 se muestra que la actividad pesquera empleó durante el 2018 a 298,445 trabajadores, en los rubros de captura y acuicultura.

*Tabla 6. Población ocupada en la Captura y Acuicultura (Número de Personas) 2011 - 2021.*

<b>Año</b>	<b>Personal</b>
2011	271,369
2012	266,380
2013	272,533
2014	270,919
2015	294,840
2016	294,245
2017	295,033
2018	298,445
2019	296,596
2020	295,200
2021	292,584

Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural CONAPESCA, Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca, México, 2021.

Otros problemas que inciden en la ineficiencia y baja productividad de las actividades pesqueras y acuícolas se derivan de un patrón tecnológico obsoleto, de

la falta de capacitación y especialización en estas materias, diversificación de la producción y mantenimiento adecuado del aparato productivo.

## **2.9 Contexto regional**

El Golfo de México es un sistema ambiental de los más diversos y ricos de la tierra, por sus dimensiones y características es el mar interior del Atlántico tropical y un verdadero mediterráneo entre las Américas del norte y del sur. A lo largo de 4,000 km de litoral, los ecosistemas de cayos, dunas, deltas, ríos, bahías, estuarios, lagunas costeras, humedales, manglares, arrecifes de coral, forman una red compleja de hábitats. La riqueza biótica del Golfo de México está determinada por la amplitud de su plataforma continental, las descargas de los sistemas fluviales, los movimientos de las masas de agua, la calidez de sus aguas superficiales, luminosidad, estabilidad de la salinidad y distribución de los nutrientes. Por otra parte, el dragado y la perforación de pozos petroleros ha incrementado los sólidos suspendidos y la turbidez, lo que limita la penetración de luz y modifica la tasa de fotosíntesis. Los plaguicidas y metales pesados procedentes de las actividades industriales y de la agricultura y ganadería se almacenan en los sedimentos y tejidos de numerosos organismos generando alteraciones fisiológicas. Los efluentes y derrames resultantes de actividades petroleras, comerciales, químicas y nucleares son una amenaza severa para los ecosistemas del Golfo de México (Kuhlman, 1988).

La zona marina de Veracruz históricamente ha jugado un rol importante para México. Las culturas prehispánicas se familiarizaron con los organismos de las zonas marinas como corales, gorgonias, estrellas de mar, moluscos y peces. Algunos de ellos se utilizaron como ofrendas y otros como alimento (López y Polanco 1991). El asentamiento de la cultura Olmeca en la zona costera de Veracruz y Tabasco parece indicar que los habitantes de la región han utilizado tanto los ambientes marinos (e.g. islas) como los seres vivos que habitan en ellos para sus ritos y ceremonias, tal como lo demuestran los restos arqueológicos que incluyen conchas de caracol, estrellas de mar y almejas, entre otros. Fue a través



del litoral veracruzano que los españoles arribaron a México en el siglo XVI. En la época colonial las islas fueron utilizadas para la reparación de embarcaciones y para preparar los ataques. La zona marina de Veracruz ha sido testigo de cruentas batallas e intentos de ocupación por parte de Francia y Estados Unidos particularmente (Nipper *et al.*, 2006).

Los arrecifes asociados a las costas veracruzanas han sido registrados en las cartas de navegación debido al peligro que implican para esta actividad y porque Veracruz fue el puerto de mayor tráfico en la época de la colonia. Las primeras observaciones científicas marinas fueron realizadas por Humboldt en 1861, (Jordán-Dahlgren y Rodríguez-Martínez, 2003). Actualmente, Veracruz sigue siendo el primer puerto de México en el Golfo y su zona marina es un punto clave para las comunicaciones, la industria y el comercio del país. El Censo Marino Mundial -un trabajo multidisciplinario internacional llevado a cabo durante varios años- demostró que el Golfo de México es uno de los cinco mares con mayor diversidad de especies en el mundo.

### **2.9.1 Los ecosistemas marinos de Veracruz**

El extenso litoral marino de Veracruz y los cauces fluviales que drenan al Golfo de México, así como las masas de agua marinas y sus patrones de circulación generan condiciones particulares que permiten la presencia de diferentes ecosistemas ligados al mar. En Veracruz, el ecosistema de playa está compuesto de dunas, cara de playa y una zona de ruptura de ola, mismos que tienen un intercambio constante de materiales. Las playas de Veracruz, según Carranza-Edwards y Rosales-Hoz (1995), pertenecen a dos grupos: 1) las asociadas con fuentes de rocas volcánicas y 2) las ligadas con áreas no volcánicas, rocosas y arenosas. La zona costera asociada a ríos se interconecta por una red extensa de humedales y planicies de inundación temporal y perenne que permiten la retención del agua que son el hábitat de plantas diversas específicamente adaptadas a este tipo de ambientes y de la fauna asociada a esta vegetación tanto emergente como sumergida (Escobar-Briones, 2004). Las lagunas costeras y los estuarios son cuerpos acuáticos litorales

que tienen, en su mayoría, comunicación permanente o efímera con el mar y son el resultado del encuentro entre dos masas de agua de diferentes características, lo cual genera fenómenos particulares en su comportamiento físico, químico y biológico (Contreras, 1993). El estado de Veracruz, por sus características alberga una importante cantidad de sistemas estuarinos entre los que destaca el del río Pánuco, Tuxpan, Cazones, Tecolutla, Nautla, La Antigua, Jamada, Papaloapan, Coatzacoalcos y Tonalá.

Los arrecifes de coral son las más grandes y espectaculares estructuras construidas por organismos vivos. Su base estructural es producida por cnidarios hermatípicos que extraen carbonatos del agua circundante para construir sus esqueletos (Sorokin, 1995). El desarrollo de estos ecosistemas ocurre en aguas someras y cálidas con escasas fluctuaciones en la salinidad y con alta transparencia. En las costas de Veracruz, asociado con formaciones arrecifales, se encuentran las islas Sacrificios, Verde, Enmedio y Lobos, entre otras. Estos ecosistemas han sido referidos por varios autores como parte de los rasgos arrecifales de Veracruz (Moore, 1958; Rigby y McIntire, 1966; Chamberlain, 1966; Jordan, 1993). Los trabajos sobre la flora y fauna de estos ecosistemas no son tan abundantes, pero destacan los de Lot-Helgueras, (1970; 1971) y González-Gándara (2003).

La plataforma continental es definida como la extensión por debajo de la marea más baja al reborde continental donde el talud continental desciende abruptamente. Esta parte marina tiene una extensión variable y justamente en el estado de Veracruz es muy estrecha. Escobar-Briones (2004) señala que la plataforma continental, al igual que otras zonas costeras, es difusa y poco delimitada en cuanto a profundidad y características del sedimento y fauna asociada. La zona de influencia de agua proveniente del continente varía en función de la descarga fluvial y por esto la mayor parte de los fondos en la plataforma continental de Veracruz son lodosos hasta en un 50 %, además de presentar arenas en más de 40 % y algo de grava, fragmentos de conchas y coral.

### 2.9.2 La pesca y la acuicultura en el Estado de Veracruz

En el estado de Veracruz, tanto la Producción Pesquera como la Acuícola ha aumentado. En el año 2010 se capturaron un total de 91 218 ton y en el 2018, 103 913 ton, lo que representa un 12.2 % de crecimiento (Tabla 7).

Tabla 7. Producción Pesquera en Peso Vivo en el Estado de Veracruz (Ton) 2010-2018.

Año	Toneladas
2010	91,218
2011	79,268
2012	75,270
2013	69,631
2014	78,904
2015	96,416
2016	101,716
2017	111,852
2018	103,913

Fuente: Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural CONAPESCA, Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca, México, 2018.

La pesca de escama ribereña abarca una gran diversidad de especies y de recursos asociados a la costa (Fuentes *et al.*, 2000). La pesca en los arrecifes de coral ha generado un impacto en las comunidades de peces ya que es selectiva, por ejemplo, es difícil encontrar en este momento especies de meros, chernas, cubera, jureles que antes eran comunes. Un dato significativo es que en el estado únicamente se encuentran 33 embarcaciones camaroneras. En materia de acuicultura el panorama también es crítico, ya que sólo existen únicamente cinco centros para producción de crías, semillas y postlarvas: los Amates (1973), La Tortuga (1976), Tebanca (1976), Sontecomapan (1978) y Matzinga (1979). Los primeros cuatro cuentan con un potencial de producción de 1.5 millones de crías de tilapia y la última, Matzinga, tiene un potencial para la producción de 5 toneladas de trucha. Sin embargo, dado el tiempo de construcción y el escaso mantenimiento e inversión para su operación estos han reducido su producción notablemente (Zarza

2021). Las actividades acuaculturales son un área de oportunidad estratégica en el estado de Veracruz. A pesar del impacto en la producción pesquera, la producción por acuicultura se mantiene medianamente estable representando en el 2018 el 42.3 % de la producción (Tabla 8).

*Tabla 8. Producción por Acuicultura en el Estado de Veracruz en Peso Vivo (Ton) 2010-2018.*

<b>Año</b>	<b>Producción Pesquera</b>	<b>Producción Acuícola</b>	<b>Participación %</b>
2010	91,218	41,103	34.1
2011	79,268	37,831	38.0
2012	75,270	33,012	41.6
2013	69,631	29,831	39.9
2014	78,904	35,470	36.7
2015	96,416	33,910	37.5
2016	101,716	37,910	37.2
2017	111,852	33,930	41.2
2018	103,913	32,996	42.3

Fuente: Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural CONAPESCA, Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca, México, 2018

La realidad de la Pesca en el Estado de Veracruz es que su producción no ha aumentado significativamente, únicamente representó el 4.8 % de la producción a nivel nacional en el 2018 (Tabla 9).

*Tabla 9. Serie Histórica de la Producción Pesquera Nacional y por Acuicultura en el Estado de Veracruz en Peso Vivo (Ton) 2000-2008.*

<b>Año</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
Producción Pesquera Nacional	1,619, 982	1,660, 475	1,687, 498	1,746, 277	1,751, 953	1'692, 872	1,733, 219	2,154, 855	2,159, 650
Producción Pesquera Veracruz	91,21 8	79,26 8	75,27 0	69,63 1	78,90 4	96,41 6	101,7 16	111,8 52	103,9 13

Porcentaje %	5.6	4.7	4.1	3.9	4.5	5.6	5.8	5.1	4.8
Producción Acuícola Nacional	270,7 17	262,8 55	254,0 26	245,7 61	325,0 03	359,9 93	388,8 33	404,5 51	395,5 37
Producción Acuícola Veracruz	41,10 3	37,83 1	33,01 2	29,83 1	35,47 0	33,91 0	37,91 0	33,93 0	32,99 6
Porcentaje %	15.1	14.3	12.9	12.1	10.9	9.4	9.7	8.3	8.3

Fuente: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural CONAPESCA, Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca, México, 2018

El desconocimiento de la potencialidad de otras especies no permite la diversificación de la pesca. La generación de alimento de alto valor proteínico y un costo relativamente bajo es una de las ventajas que ofrece el cultivo de especies marinas. Esto conlleva a definir qué especies son factibles de cultivar sabiendo que es más rentable el cultivo que la captura, como ocurre, por ejemplo, en el caso específico del camarón.

### **2.9.3 Los problemas ambientales de la zona marina del Golfo de México**

La zona costera por su naturaleza es heterogénea, frágil y dinámica. El desarrollo económico no planeado y la expansión de las ciudades ha provocado una fuerte presión sobre los ecosistemas costeros, modificando su estructura y funcionamiento. Zonas con humedales y arrecifes coralinos han sido declarados como ecosistemas prioritarios a nivel mundial que no deben ser sobre explotados. Estos ecosistemas funcionan como zona de crianza y alimentación de numerosas especies, algunas de ellas de interés pesquero o turístico. La belleza paisajística de los humedales y los arrecifes coralinos los ubica en un lugar privilegiado para su preservación.

Prácticamente todas las poblaciones de las cuencas hidrológicas que vierten hacia el Golfo de México como Tampico, Tuxpan, Veracruz y Coatzacoalcos, lo hacen prácticamente sin ninguna clase de tratamiento previo. Así mismo, las áreas densamente pobladas y distantes del altiplano utilizan a la región del golfo de México como sitio de descarga final. Por ello, el Golfo de México presenta una acentuada y evidente contaminación. Los análisis de agua potable de las principales localidades de la región muestran una alta y constante contaminación bacteriana del grupo coliformes totales y fecales en sitios cercanos a los centros urbanos (Wong y Barrera, 1998). El fenómeno de hipoxia documentado por Rabalais *et al.*, (1991 y 1995), afecta grandes áreas de la zona norte del Golfo de México cercanas a la plataforma continental durante cada verano. Por otra parte, se han registrado altos niveles de concentración de hidrocarburos para el río Tuxpan, Puerto de Veracruz, laguna del Ostión y los ríos Coatzacoalcos y Tonalá, en el estado de Veracruz. El 50 % de los sistemas costeros rebasan el límite permisible de hidrocarburos. Los registros de hidrocarburos en mar abierto, tanto en el golfo como en el Mar Caribe, rebasan de manera significativa el valor normativo de 10 ppb. Se ha documentado que Campeche tiene un promedio de 48 ppb y Veracruz 15.1 ppb (Díaz-de-León *et al.*, 2004).

La pérdida de biodiversidad se debe a diversos factores entre los que destaca la introducción de nuevas especies. Desafortunadamente, los efectos nocivos varían con la geografía, el tiempo y las especies (Courtenay 1995). A esto se puede agregar la falta de registros de especies invasoras pues hay pocos datos biológicos de sistemática y biogeografía. El transporte marítimo, el agua de lastre de barcos y la acuicultura están considerados como los vectores más importantes para la introducción de especies acuáticas invasoras. Por ejemplo, en el Golfo de México existen 18 granjas dedicadas al cultivo de camarón marino del Pacífico, *Litopenaeus vannamei*, que utiliza cientos de millones de organismos de camarón en cada ciclo de cultivo.

El asentamiento y desarrollo de las industrias petrolera, eléctrica, pecuaria y turística, aunados a los residuos de actividades agrícolas, ganaderas y urbanas han modificado las características de los ecosistemas marinos. Las descargas de aguas negras al ser vertidas en el ambiente marino contribuyen al crecimiento poblacional de los microorganismos nocivos (Wong-Chang y Barrera Escorcía, 2005). Evaluaciones recientes indican que la calidad de agua es inadecuada por el alto índice de coliformes (Barrera *et al.*, 1999). Las actividades industriales, particularmente la explotación de petróleo y gas se han elevado en la zona marina de Veracruz. Actualmente se están efectuando perforaciones por parte de PEMEX principalmente en la plataforma continental. Estas acciones aunadas a los vertimientos hacia los sistemas acuáticos del Golfo de México traen consigo sustancias y terrígenos que modifican las características sedimentológicas de la región. Los metales pesados que resultan especialmente de las actividades industriales se han ido acumulando particularmente en lagunas costeras. En los sistemas arrecifales también se ha detectado la presencia de metales pesados (Morlán-Cahue y Opongo-Piña, 2005). Las concentraciones de estos metales pesados en los seres vivos varían de acuerdo a la especie. Por ejemplo, los estudios de Sobrino-Figueroa *et al.*, (2006) realizados en lagunas costeras del norte de Veracruz, indican altos niveles de HPAs, Cd, Pb y Cr, Cr, Pb en el ostión. Los niveles de hidrocarburos dispersos en la zona marina son altos, particularmente en las áreas de intenso tráfico marino y de actividades industriales relacionadas con la industria petrolera. Por ejemplo, el río Tuxpan, el río Coatzacoalcos y el puerto de Veracruz presentan altas concentraciones con 20 µg L<sup>-1</sup>, 14 µg L<sup>-1</sup> y 14 µg L<sup>-1</sup> respectivamente (Botello, 2005).

El turismo de playa en Veracruz es una tradición, empero el vertimiento de residuos urbanos y las actividades industriales generan condiciones insalubres en las zonas turísticas. En cada temporada vacacional se emiten alertas por las autoridades sanitarias para que los bañistas tomen sus precauciones. El número de coliformes fecales detectadas en las playas veracruzanas usualmente está por encima de las normas. Los ecosistemas de arrecifes coralinos y de manglar se han

convertido en atractivos turísticos por su notable diversidad biológica, pero se requiere de un conocimiento completo de sus componentes y de su funcionamiento para definir la carga turística que pueden soportar.

Los fenómenos naturales (e. g. nortes, ciclones) pueden modificar los rasgos físicos de los ecosistemas costeros, particularmente de las playas, islas, arrecifes coralinos, manglares y sistemas estuarios. Para disminuir el efecto de estos fenómenos se requiere contar con información básica de los procesos oceanográficos y biológicos, que permita prevenir y mitigar estos efectos.

## **2.10 Investigación y Conservación de la diversidad biológica marina**

Las primeras observaciones científicas marinas fueron realizadas por Humboldt en 1861 (Jordán-Dahlgren y Rodríguez-Martínez, 2003). Uno de los primeros trabajos formales sobre los arrecifes coralinos es el de Heilprin (1890). En el siglo XX se realizaron diferentes expediciones que incorporaron datos sobre la diversidad biológica marina de Veracruz. En algunos casos los ambientes veracruzanos se han convertido en los laboratorios tanto de Instituciones del país (Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad Autónoma Metropolitana, La Universidad Autónoma de Nuevo León y por supuesto de la Universidad Veracruzana) como del extranjero (T&M University). Recientemente se ha publicado la presencia de peces marinos endémicos de Veracruz, (Taylor y Atkins, 2007) sobre esponjas, (Gómez, 2007; González-Gándara *et al.*, 2009) equinodermos, (Solís Marín *et al.*, 2007), peces, (González-Gándara, 2010) que muestran nuevos registros para Veracruz. Para contender con los daños se han generado numerosas propuestas y se han destinado grandes áreas para la conservación. Actualmente tenemos al Sistema Arrecifal Veracruzano y Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan como zonas de protección de flora y fauna bajo la supervisión de la CONANP. Otros como los humedales de Alvarado, Tuxpan, Tamiahua y La Mancha han sido declarados como áreas de protección bajo el convenio de Ramsar.



## **2.11 Espacios naturales para recreación**

El extenso litoral marino de Veracruz, que cuenta con una longitud de 745.14 km, (INEGI, 1984) constituye un poco más del 10 % del total que posee nuestro país. Las playas son uno de los ecosistemas mejor representados en el litoral veracruzano, según Carranza-Edwards y Rosales-Hoz (1995) pertenecen a dos grupos: a) las asociadas con fuentes de rocas volcánicas y b) las ligadas con áreas no volcánicas, rocosas y arenosas respectivamente. Las playas del litoral Veracruzano, en el tramo Puerto de Veracruz-Tuxpan, son de las más visitadas por turistas nacionales. Son playas que suelen buscar los turistas para observar la liberación de tortugas marinas. Si bien esto tiene un papel cultural y educativo, también se generan problemas y alteraciones en los ciclos de vida de estos organismos. Con la apertura de la nueva autopista Cardel-Poza Rica en el año 2022, la presión antrópica se incrementará ostensiblemente en estas playas, por lo que se debe poner particular atención a los programas de conservación de la tortuga marina. Además, los prestadores de servicios turísticos tienen que tomar conciencia de las ventajas y desventajas de esta nueva situación y jugar un papel importante en esta nueva cultura de la ecología y el desarrollo sustentable.

Los arrecifes son zonas muy apreciadas por los turistas y en nuestro estado se prestan servicios turísticos especializados de buceo sobre todo en la isla de Sacrificios, Isla Verde, Isla de Enmedio e Isla Lobos. Contreras *et al.* (2002) refieren que las lagunas costeras y estuarios de Veracruz cubren una superficie de 116 600 ha, destacando por sus dimensiones las lagunas de Pueblo Viejo, Tamiahua, Tampamachoco, Mandinga, Alvarado y Sontecomapan, así como los estuarios de Tuxpan, Papaloapan, Coatzacoalcos y Tonalá. En estos lugares hay manglares aún en buen estado de preservación y son áreas de belleza singular que resulta de la vegetación y de los animales que habitan permanente o temporalmente. Estos cuerpos de agua con vegetación de manglar son buscados por turistas de “aventura” que gustan de visitar los manglares para hacer observaciones de aves y cocodrilos. Los ambientes referidos dan una idea del potencial para la recreación y turismo con que cuenta el estado de Veracruz, que bien podría aprovecharse de manera

sostenible pues constituye una de las principales zonas turísticas al ubicarse en la zona centro del país, a poco menos de 4 h de la ciudad de México.

## **2.12 Evaluación de la contaminación en los ecosistemas**

En el Bloque Temático IV correspondiente al Bienestar Social se encuentra el Medio ambiente. Como fundamento se cita al Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (2014) “La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de hielo y nieve han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado”. Ahí se menciona que Veracruz se coloca como un estado privilegiado en cuanto a su riqueza natural resultado de su complejidad estructural, ubicación geográfica y heterogeneidad de hábitats. No obstante, enfrenta terribles problemas ambientales provocados por la industria petrolera, la de la caña de azúcar, el crecimiento urbano desorganizado, entre otros. Todo ello ante la ausencia de un modelo de desarrollo económico que priorice la sostenibilidad y la preservación del patrimonio natural. Sesenta y uno de los municipios de Veracruz presentan una alta y muy alta vulnerabilidad ante el cambio climático, teniendo efectos visibles principalmente en:

- Afectaciones en cultivos clave como el café y el maíz
- Reducción en la captura y producción del sector pesquero
- Aumento de radiación en las poblaciones vegetales de los bosques
- Extensión de los períodos de sequía
- Mayor frecuencia e intensidad de huracanes e inundaciones.

Ante este panorama, los impactos del cambio climático en el territorio veracruzano son innegables y se requieren acciones urgentes para mitigarlos. Por esto, el desarrollo no planeado y la expansión de las ciudades han provocado una fuerte presión sobre los ecosistemas costeros marinos, modificando su estructura y su funcionamiento. Uno de los rasgos relevantes de las costas de Veracruz lo constituyen sus cuencas, en las que se descargan residuos agrícolas y ganaderos (plaguicidas, fertilizantes), industriales (metales pesados, hidrocarburos) y urbanos

(aguas negras), mismos que en la mayoría de los casos no son tratados, convirtiéndose en riesgos potenciales para la diversidad biológica de Veracruz. Los datos reportados por Wong-Chang y Barrera-Escorcia (2005) refieren la presencia de bacterias patógenas en las lagunas de Tamiahua, Alvarado y Tuxpan. Los metales pesados resultantes de las actividades industriales (e. g. papeleras) se han ido acumulando en los ecosistemas marinos y lagunas costeras veracruzanas (Guzmán Amaya et al., 2005). Los productos químicos usados para aumentar la producción agropecuaria y eliminar las plagas se bioacumulan. Los plaguicidas disueltos y particulados en las aguas pueden ser transportados a grandes distancias por las corrientes y mareas. Estos se bioacumulan en los tejidos de los seres vivos y son transportados a la cadena alimenticia (Albert y Benítez, 2005; Cheung *et al.*, 2012).

Se prevé que la producción primaria neta marina disminuya con las variaciones entre las regiones oceánicas. En combinación con los cambios en la distribución de las especies explotadas bajo el cambio climático, se prevé que las capturas pesqueras mundiales se redistribuyan con ganadores y perdedores. El metanálisis de los datos históricos de captura de diferentes especies y grandes ecosistemas marinos sugiere que la composición del fitoplancton (tamaño pequeño y grande), la producción primaria neta o la producción de mesozooplancton, la producción de exportación pelágica a demersal y el rango de especies son predictores estadísticamente significativos del potencial máximo de captura (un indicador del rendimiento máximo sostenible) (Cheung, *et al.*, 2008; Stock, *et al.*, 2017). Al aplicar estos principios en el DBEM para proyectar los efectos del cambio climático en las pesquerías, se encontró que el máximo potencial de captura se redistribuiría, con un aumento en el potencial de captura en el Ártico y una disminución en la mayoría de las pesquerías tropicales en condiciones normales (Cheung, *et al.*, 2010, 2016).

### **2.13 Calidad nutricional y población consumidora**

La población veracruzana tiene la necesidad de contar con alimentos ricos en proteína de calidad para mejorar su calidad de vida. Una alternativa que no ha sido aprovechada del todo es la que proporciona el ambiente marino a través de la pesca y la acuicultura. En los registros estadísticos de pesca se incluyen 190 nombres comunes de peces, crustáceos y moluscos (Quiroga-Brahms *et al.* 2002), la mayor parte ligados a ambientes marinos. Históricamente, Veracruz ha sido una región pesquera, la más importante en la captura de tiburón, cuyo promedio de 2,000 toneladas anuales se mantiene, registrándose en el 2018 un total de 2,964 ton. La pesca de jaiba se realiza en Mandinga, Alvarado, Tamiahua, Tampamachoco y Pueblo Viejo. Otras especies que se capturan con fines comerciales son el cangrejo azul y el langostino, siendo Veracruz quien ocupa el primer lugar en la captura de este último con 1,313 ton anuales. Otro grupo económicamente importante son los moluscos, principalmente caracol, almeja, ostión y pulpo. El más importante por el volumen de captura es el ostión, el cual aporta el 42.6 % del total nacional (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural CONAPESCA, 2018). La captura de pulpo en los bajos de Tuxpan llegó a 294 ton. anuales y la de almeja, que se explota principalmente en Alvarado, tuvo una producción de 2,096 ton. en el 2018. Finalmente, aunque no existen registros de la captura de caracol, el llamado canelo (*Strombus pugilis*) es el principal (Pech-Paat, *et al.*, 2002).

### **2.14 Cambio climático y el rol de la Universidad**

Los fenómenos naturales como nortes, ciclones o huracanes, deslaves, granizadas entre otros, pueden modificar los rasgos físicos de los ecosistemas marinos, especialmente los costeros. Por ejemplo, los huracanes Dean y Lorenzo que irrumpieron en las costas del norte de Veracruz en 2007, así como el huracán Grace en 2021, provocaron cambios en la línea de playa debido a la acción erosiva. Para el caso de los arrecifes, los huracanes provocan la ruptura de colonias coralinas, especialmente las más frágiles como el coral cuernos de alce que se ubica en zonas donde el oleaje es intenso (González-Gándara, 2010). A gran escala, el cambio climático constituye uno de los mayores problemas que enfrenta la sociedad y un reto especial para los profesionistas de las ciencias naturales.

La Universidad Veracruzana ha promovido reformas en su interior a partir de que ha reconocido estos escenarios y ha anticipado su articulación con ellos. En un contexto en el cual los grados de calidad y los criterios de competencia académica son indicadores de la excelencia de las instituciones educativas, ha convocado a la comunidad a sumar esfuerzos individuales para construir un nuevo tipo de formación universitaria con propuestas de trabajo académico. Ya no se solicita la formación de profesionistas “especializados”, ahora se requiere una formación integral y una conciencia de la importancia que tiene el auto aprendizaje y el permanente proceso de adquisición de conocimiento. Es imprescindible emprender una reforma de mentalidades que posibilite nuevas formas de construcción mental a partir de enfoques multidisciplinarios, interdisciplinarios e incluso transdisciplinarios. Esta idea de universidad reclama un compromiso autoformativo por parte de los estudiantes, quienes mediante la supervisión de los profesores - expertos disciplinarios- deberán desarrollar su creatividad a la vez que aprenden. En este panorama se desarrollarán los egresados de la licenciatura en biología marina, por lo cual es importante proporcionarles las herramientas y encaminarlos a enfrentar algunos de los problemas de nuestra época: biodiversidad, contaminación ambiental, producción de alimentos, fármacos, cambio climático y desarrollo sostenible.

### **2.15 Programa de Trajo 2021-2025**

En el programa de trabajo 2021-2025. Por una transformación integral, plantea la transversalización de los derechos humanos y la sustentabilidad en las actividades sustantivas que desarrolla la universidad. Es por ello que es necesario que los programas educativos incluyan acciones orientadas a la inclusión y atención a la violencia de género, la promoción y atención a la salud mental de la comunidad universitaria. En los tiempos actuales, la pandemia, el confinamiento prolongado y el regreso a las actividades presenciales han representado un desafío en el que la promoción de medidas responsables de autocuidado, cuidado a los demás y

atención a los problemas emergentes de salud mental requieren una atención oportuna adecuada.

A pesar de que la incorporación de los Derechos Humanos y la Sustentabilidad han sido temáticas emergentes en el ámbito de la educación a nivel internacional y nacional aún no está claro cómo se recuperan planteamientos respecto a éstas en la formación de los universitarios. Es por ello que, de acuerdo con el Programa de trabajo anteriormente mencionado, se ha buscado establecer mecanismos de colaboración interinstitucional que promuevan la incorporación de la dimensión ambiental en las funciones sustantivas de la universidad para el desarrollo sustentable.

En 2010, se creó el primer Plan Maestro para la Sustentabilidad, que tiene como objetivo aplicar las políticas académicas y administrativas de acuerdo con la normatividad vigente para implementar el sistema de manejo ambiental de la institución y fortalecer la dimensión ambiental de la sustentabilidad en sus funciones sustantivas de docencia, investigación y vinculación. A pesar de estos logros, gran parte de la comunidad universitaria desconoce o no aplica las políticas de sustentabilidad, lo que limita la reducción del impacto ambiental de las actividades universitarias.

Para crear el Programa de Trabajo 2021-2025, se llevó a cabo un Censo para recopilar información sobre las experiencias universitarias en derechos humanos y sustentabilidad. El objetivo era identificar oportunidades para coordinar esfuerzos, ahorrar recursos y sistematizar información existente. Además, se organizaron foros regionales de consulta y se creó una plataforma para la participación de la comunidad universitaria en la elaboración del programa, en línea con los criterios de diseño de políticas públicas con enfoque de derechos humanos. El Censo se llevó a cabo entre octubre de 2021 y enero de 2022, y se obtuvieron datos de 33 entidades académicas y dependencias que respondieron, y se registraron 92 programas, proyectos o acciones universitarias relacionados con derechos humanos y sustentabilidad. De acuerdo con los ejes transversales del Programa de

Trabajo, se registraron 31 experiencias en derechos humanos, 54 en sustentabilidad y siete que involucran ambos temas.

Por lo tanto, es necesario asumir la transversalización de los derechos humanos y la sustentabilidad en las funciones universitarias para hacer efectivos los fines universalmente reconocidos de la educación superior en las prácticas cotidianas de la Universidad y cumplir con las obligaciones que como institución pública tenemos con el desarrollo integral y armónico del país. Se debe buscar una adecuada articulación entre los compromisos asumidos y las acciones emprendidas, y fomentar la corresponsabilidad de los diferentes actores que participan en la vida universitaria.

En este marco, es importante mencionar que se destacan como ejes transversales diversos temas en el mencionado programa de trabajo, tales como: equidad de género y diversidad sexual, interculturalidad de poblaciones originarias, afrodescendientes y comunidades equiparables, Igualdad sustantiva, inclusión y no discriminación, cultura de paz y la no violencia, arte y creatividad, salud y deporte, entre otros.

Frente a los desafíos que representa el desarrollo sostenible, la educación superior tiene la responsabilidad de preparar a la sociedad para la comprensión de la complejidad de los problemas y ampliar su habilidad para enfrentarlos. Se constituye en promotora de la formación de una sociedad informada, consciente y comprometida. Del mismo modo, la educación superior es líder de la sociedad en la generación de los conocimientos necesarios para responder a desafíos globales, tales como la conservación y manejo de los recursos naturales, seguridad alimentaria, el cambio climático, el manejo del agua, el diálogo intercultural, la generación de energías renovables, la salud pública, el respeto a las distintas culturas, entre otras. Estos compromisos obligan a la educación superior a ampliar su visión interdisciplinaria en todas sus funciones y con ello promover el pensamiento crítico y la ciudadanía comprometida, activa y dotada de principios

éticos, para que sea capaz de contribuir al desarrollo sostenible, la paz y el bienestar, así como implementar de manera efectiva los derechos humanos.

En una investigación realizada en el Área Biológico-Agropecauria en 2023, cuyo propósito era averiguar la presencia de los ODS en los planes de estudios vigentes. En este estudio se analizaron los Perfiles de egreso-ingreso, Competencias, objetivos curriculares, ideario, misión y visión. Se encontraron los siguientes hallazgos en lo que respecta al plan de estudios de Biología Marina 2008

En la Tabla 10 se concentran la presencia de los ODS en el plan de estudios.

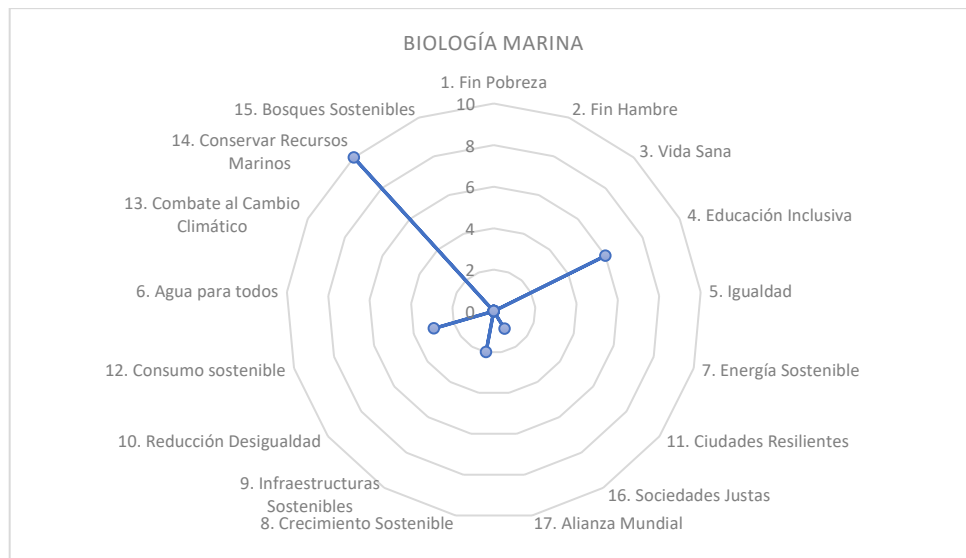
*Tabla 10. Relación de las dimensiones con los ODS de Biología Marina*

<b>CARRERA: Biología Marina</b>	
<b>CATEGORÍAS</b>	<b>ODS</b>
Evidencia Nula 0	1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 15 y 17
Evidencia Parcial 1	4, 12 y 16
Evidencia Completa 2	4, 8, 12 y 14
Evidencia Multidisciplinar 3	14

Fuente: Reporte de investigación DGI: 269672022116

Puede advertirse un número mayor de ODS que no se abordan en este PE y vemos cómo algunos tienen alguna alusión indirecta a éstos y cuatro de ellos se encuentran presentes. En la visión de este programa educativo no se hace referencia a ningún ODS, esta se limita a hablar del cumplimiento de los estándares de calidad, sin aludir a ningún ámbito de la sustentabilidad. Por otro lado, los objetivos, la misión e ideario se centran principalmente en los ODS 4, 8, 12 y 14, que hacen referencia al cuidado y protección del ambiente, al desarrollo e inclusión social, así como al desarrollo económico mediante producción y consumo sostenible, tal como se muestra en la Figura 1.





*Figura 1. Promedio General de los ODS detectados en el PE de BM*

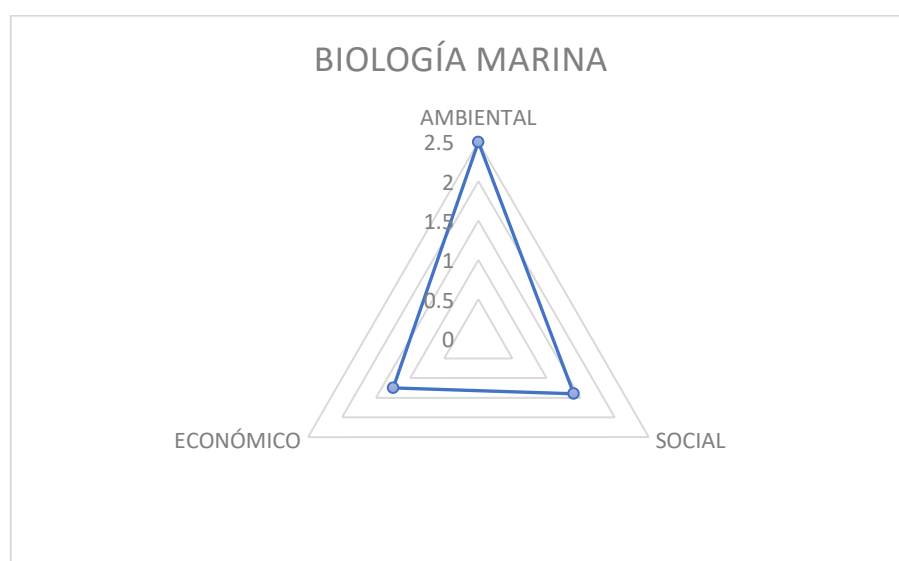
Fuente: Reporte de investigación DGI: 269672022116

Con relación al tipo y promedio (Figura 2), se destaca que el proyecto curricular en general considera aspectos de las tres dimensiones de la sustentabilidad. Sin embargo, se inclina de manera más marcada hacia la dimensión ambiental, seguida por lo social y con menos injerencia en la parte económica.

Esta orientación hacia aspectos ambientales guarda relación con las tendencias de formación de la biología en las universidades de la región sur-sureste de México en las que predomina mayormente la dedicación hacia la preservación de los recursos naturales, la conservación de la biodiversidad, al contar con ecosistemas terrestres y acuáticos diversos que imponen ciertos rasgos en el perfil de egreso en miras de salvaguardar el entorno natural.

En este contexto, es comprensible que el balance se incline hacia la parte ambiental, no obstante para buscar el equilibrio entre las tres dimensiones y promover el desarrollo sustentable, se vislumbran algunos aspectos en los que esta profesión podría aportar en el desarrollo de los ODS, tales como promover el

crecimiento económico inclusivo, la industrialización sostenible y la innovación, el impulso a modalidades de consumo sostenibles, ahí la biología marina aporta saberes sustanciales, por ejemplo en lo que compete a áreas como la acuicultura, producción pesquera y la gestión ambiental. Desde estas mismas áreas de la biología marina enmarcadas en el plan de estudios podría contribuirse en cierta manera a la construcción de una sociedad más justa y cooperar en la disminución de la pobreza.



*Figura 2. Triángulo Equilátero de Promedio Biología Marina.*

Fuente: Reporte de investigación DGI: 269672022116

Como puede advertirse, el plan 2008 no engloba aspectos relacionados directamente con el fin de la pobreza, poner fin al hambre, garantizar una vida sana, igualdad de género, acceso a energía sostenible, infraestructura resilientes, incluso no existen acciones claras frente al cambio climático. Es por ello que en la actualización de este plan de estudios es necesaria la incorporación de saberes transversales que permitan la atención a estas áreas necesarias para la convivencia colectiva y el cuidado del planeta.

## **2.16 Síntesis del apartado**

El profesional de biología marina enfrenta el gran desafío de contribuir para atenuar o eliminar estos efectos negativos. Su actividad debe estar encaminada a participar activamente en la construcción de un modelo de desarrollo incluyente orientado hacia la conservación de los recursos naturales en un contexto de justicia social y viabilidad económica, (UNCED, 1992).

Para lo anterior será necesario generar espacios de diálogo y aprendizajes en torno al desarrollo sustentable que desafíen las prácticas pedagógicas actuales en el Decenio de las Naciones Unidas de la “Educación para el Desarrollo Sostenible” (UNDESD, 2005 a 2014) este documento se basa en conceptos constructivistas de aprendizaje y fomenta la transformación continua de una metodología de enseñanza autoritaria a una participativa y orientada al estudiante. De acuerdo a la Teoría Sociológica de la Pedagogía de Basil Bernstein (1990), las relaciones de poder (clasificación) y los mecanismos de control presentes en la enseñanza en el aula tienen que modificar su estructura, así como los métodos y contenidos de enseñanza actuales, específicamente sobre el tema del agua, la acuicultura y los recursos naturales. El papel central de los profesores y los libros de texto se centra en generar oportunidades y desafíos para el proceso de transición actual en la práctica pedagógica basada en competencias. Así como potenciar las políticas educativas transnacionales y transdisciplinarias para efectuar transformaciones sociales de base.

Varios desafíos sociales, económicos y ambientales rodean los avances en las ciencias biológicas modernas. Teniendo en cuenta cómo el conocimiento y la práctica biológica están intrínsecamente relacionados con la construcción de una relación sostenible entre la naturaleza y la sociedad humana, es necesario repensar los roles de la educación en biología marina para responder a los problemas y cambios en este siglo. La educación en Biología para el Desarrollo Social y

Sostenible demuestra cómo el replanteamiento y la reconstrucción de la educación en biología son cada vez más basados en una comprensión profunda del conocimiento, prácticas, cultura e ideologías locales valiosas para generar soluciones a problemas nacionales y globales. Por lo tanto, la educación para el desarrollo sostenible debe estar representada por una gran diversidad de puntos de vista, interpretaciones y prácticas en diferentes contextos socioculturales.

A continuación, se muestra una síntesis de los retos que han sido descritos y desarrollados en este apartado.

Tabla 11. Síntesis de retos socioecológicos descritos en el apartado.

Nombre del apartado	Retos
<b>Desarrollo científico y tecnológico</b>	<p>El cambio climático, el estrés hídrico recurrente, la sobreexplotación de recursos naturales, la pérdida de biodiversidad y de hábitats funcionales, así como crisis por el acceso y explotación de energéticos.</p> <p>Búsqueda de técnicas e instrumentos de intervención para propiciar soluciones.</p>
<b>Contexto internacional y los retos del profesional de la biología</b>	<p>Cómo encaminar la participación activa en la construcción de un modelo de desarrollo incluyente orientado hacia la conservación de los recursos naturales en un contexto de justicia social y viabilidad económica.</p> <p>Desigualdad, pobreza material y alimentaria, escasez de agua y energía, desempleo, desintegración social, deterioro del ambiente, degradación de los recursos naturales, contaminación en el ambiente marino.</p>
<b>Importancia de los ecosistemas acuáticos como recursos para el desarrollo de la sociedad</b>	<p>Generar estrategias para disminuir el deterioro de los ecosistemas marinos y costeros en gran parte del litoral de los cinco estados costeros del Golfo de México.</p>

<p><b>La biodiversidad en el ambiente marino y el aprovechamiento racional de los recursos para la preservación de los ecosistemas naturales</b></p>	<p>Exploración de hábitats y organismos abisales con tecnología de punta: métodos electrónicos en la medición sinóptica y continua de los parámetros físicos y químicos de la columna de agua.</p> <p>Ampliar los estudios cuantitativos de biología marina, especialmente para la estimación de la biomasa en los distintos niveles tróficos.</p> <p>Entender los procesos migratorios marinos, se estudian tradicionalmente por marcado-recaptura, y más recientemente por telemetría y seguimiento satelital mediante sensores especiales.</p>
<p><b>El cambio climático y la búsqueda de fuentes alternas de energía</b></p>	<p>Búsqueda de energías alternativas a la de los combustibles fósiles y optimizar el manejo de la energía actual.</p> <p>La obtención de biocombustibles a partir de algas unicelulares es una de las tecnologías verdes más prometedoras y que más se han explorado en los últimos años.</p>
<p><b>El desarrollo sostenible y sus implicaciones en el manejo de los recursos acuáticos</b></p>	<p>Aplicación de programas eficientes para poner fin al hambre y lograr la seguridad alimentaria.</p> <p>Garantizar las modalidades de consumo y producción sostenibles.</p> <p>Incrementar las acciones para conservar y utilizar en forma sostenible los océanos y recursos marinos.</p> <p>Detener la alteración de los ecosistemas marinos y costeros.</p>
<p><b>Desarrollo de la producción de alimentos de origen acuático</b></p>	<p>Las tendencias a resolver son: pobreza, desigualdad, inseguridad alimentaria, nutrición y salud.</p> <p>Uno de los principales retos con los que el biólogo marino debe estar familiarizado se relaciona con la necesidad de producir alimentos y disminuir el impacto que actualmente se ejerce sobre el ambiente para producirlos.</p> <p>Generar avances biotecnológicos para el aumento de la producción a través del mejoramiento genético de las especies de cultivo y crianza.</p>
<p><b>Las actividades productivas de pesca y acuicultura en México</b></p>	<p>Flota pesquera con bajos niveles de productividad y altos costos debido a la obsolescencia del equipo y a la falta de refacciones.</p>

	<p>Escasez de mano de obra calificada y a la falta de diversificación en la captura.</p> <p>Baja rentabilidad, altas mermas y abastecimiento inadecuado.</p>
<b>Los problemas ambientales de la zona marina del Golfo de México y Veracruz</b>	<p>Desarrollar estrategias de planeación y desarrollo portuario.</p> <p>Desarrollo económico no planeado y la expansión de las ciudades.</p> <p>Fuerte presión sobre los ecosistemas costeros, modificando su estructura y funcionamiento.</p> <p>Zonas con humedales y arrecifes coralinos han sido declarados como ecosistemas prioritarios a nivel mundial que no deben ser sobre explotados.</p>

Con base en el apartado, también se integró la Tabla 12 donde se describen las necesidades sociales seguidas de su satisfactor, así como las problemáticas que rodean a esta necesidad social.

Tabla 12. Descripción de las necesidades sociales, el satisfactor y las problemáticas.

<b>Tema</b>	<b>Necesidad social</b>	<b>Problemáticas</b>	<b>Satisfactor</b>
<b>1.- Escaso conocimiento e investigación en biodiversidad marina y falta de concientización sobre el cuidado de las zonas marinas y costeras.</b>	<p>Pocos estudios desde la perspectiva de la ciencia básica a los organismos marinos, su biología, taxonomía, sistemática y usos biotecnológicos y como organismos modelo de laboratorio.</p> <p>Escasa innovación y desarrollo de tecnologías alternativas para el estudio de los océanos.</p> <p>Falta de instrumentos modernos como buques de investigación, satélites, sumergibles,</p>	<p>Búsqueda de nuevos modelos de experimentación y de fuentes de bio-farmacos.</p> <p>Extinción de especies.</p> <p>Escasez de recursos.</p> <p>Sobreexplotación de recursos pesqueros.</p> <p>Reducción de la disponibilidad de recursos.</p>	<p>Identificar desde una perspectiva morfológica y taxonómica los componentes que integran los ecosistemas marinos y acuícolas.</p> <p>Investigación en el sector marino (diseño de tecnología; ecotoxicología; manejo de recursos naturales; ecofisiología).</p>

Tema	Necesidad social	Problemáticas	Satisfactor
	vehículos remolcados, flotadores y boyas de deriva, termómetros reversibles, botellas Nansen y Niskin CTDs dispositivos múltiples para muestreos de agua, termosalinógrafos, sensores remotos, correntímetros, olígrafos, mareógrafos, sensores remotos, sensores de turbulencia.	Pérdida de procesos ecológicos importantes.	
<b>2.- Falta de implementación y desarrollo de proyectos que permitan emprender acciones de conservación en zonas marinas y costeras y propicien el desarrollo económico.</b>	<p>Falta en la implementación de buenas prácticas de manejo de recursos.</p> <p>Falta de implementación de planes de manejo sustentable.</p> <p>Mejorar el manejo de los recursos marinos.</p> <p>Falta de planeación en el desarrollo turístico y portuario no planeado.</p>	<p>Contaminación visual, auditiva</p> <p>Pérdida de espacios para apareamiento y desove.</p>	<p>Proponer programas de conservación.</p> <p>Diseñar e implementar planes para conservar la biodiversidad en los ecosistemas acuícolas</p> <p>Programas de Conservación y manejo de especies.</p> <p>Prevención y control de enfermedades en especies marinas y acuícolas.</p> <p>Creación, actualización y aplicación de la legislación para el manejo de recursos marinos.</p> <p>Aplicación de programas de conservación y manejo sustentable de los recursos.</p> <p>Estudio de los efectos del turismo en los individuos marinos.</p>

Tema	Necesidad social	Problemáticas	Satisfactor
			<p>Planeación del uso de los recursos marinos (ordenamiento territorial, manejo de paisajes; manejo de cuencas; servicios ambientales).</p> <p>Implementación de Paquetes tecnológicos de manejo sustentable de los recursos marinos</p> <p>Implementación de tecnologías para priorizar la salud de los océanos.</p> <p>Diseño de estrategias sustentables (sistemas de monitoreo oceanográfico; sistemas de tratamiento de aguas residuales; sistemas de acondicionamiento de agua para uso público; sistemas de captación y distribución de agua; observatorios urbanos y rurales).</p> <p>Implementación de fuentes alternativas de energía.</p>
<b>3.- Alta contaminación marina y costera que atenta contra la vida de los seres vivos derivado de la interacción humana con dichos ecosistemas (derrame de hidrocarburos, microplásticos, ampliación de</b>	<p>Reducción del efecto de los microplásticos sobre la salud de las especies marinas y los humanos.</p> <p>Uso de los recursos sustentablemente.</p> <p>Detener la alteración de los ecosistemas marinos y costeros.</p> <p>Falta de infraestructura y tecnología para</p>	<p>Contaminación de los ecosistemas marinos.</p> <p>Efectos negativos del microplástico sobre la vida marina.</p> <p>Pérdida de especies.</p> <p>Aumento de la temperatura global.</p>	<p>Programas de remediación de aguas contaminadas.</p> <p>Manejo integrado de recursos.</p> <p>Estudio del efecto de los microplásticos en organismos marinos.</p> <p>Legislación y construcción de políticas públicas para la reducción de la venta y consumo de plásticos.</p>



<b>Tema</b>	<b>Necesidad social</b>	<b>Problemáticas</b>	<b>Satisfactor</b>
<b>zonas portuarias...)</b>	<p>mediciones fisicoquímicas del océano.</p> <p>Falta de instrumentos modernos como buques de investigación, satélites, sumergibles, vehículos remolcados, flotadores y boyas de deriva, termómetros reversibles, botellas Nansen y Niskin CTDs dispositivos múltiples para muestreos de agua, termosalinógrafos, sensores remotos, correntímetros, olígrafos, mareógrafos, sensores remotos, sensores de turbulencia.</p>	<p>Aumento de la frecuencia e intensidad de Huracanes.</p> <p>Extensión de problemas de sequía.</p> <p>Emisiones de dióxido de carbono.</p>	<p>Implementación de planes de manejo sustentable de los recursos marinos.</p> <p>Mejoramiento e innovación de infraestructura para el acceso a mediciones oceanográficas.</p>
<b>4.- Escaso desarrollo de actividades pedagógicas y comunicativas que concienticen sobre las problemáticas relacionadas con el mar, divulgación ineficiente del conocimiento que se genera en las ciencias marinas y costeras</b>	Falta de espacios para el desarrollo profesional.		<p>Transmitir conocimiento de manera adecuada sobre la morfología y taxonomía de los ecosistemas acuícolas y marinos.</p> <p>Programas de apoyo a la ciencia básica marina.</p> <p>Programas de educación ambiental.</p> <p>Transmisión de conocimientos sobre la legislación para el manejo de recursos marinos.</p>

Tema	Necesidad social	Problemáticas	Satisfactor
			<p>Ampliación del campo laboral (rural, semiurbano y urbano).</p> <p>Programas de capacitación y transferencia de conocimiento sobre el diseño e implementación de tecnologías alternativas.</p>
<p><b>5.- Falta de conocimiento y desarrollo de tecnología para favorecer la seguridad alimentaria a través del manejo de productos marinos.</b></p>	<p>Falta en la implementación de buenas prácticas de manejo pesqueros.</p> <p>Acceso limitado a la información.</p> <p>Escasa transferencia de tecnología.</p> <p>Ineficiencia en la difusión y socialización sobre técnicas innovadoras de producción de alimentos.</p> <p>Capacitación ineficiente sobre los diferentes sistemas de producción pesquera.</p> <p>Falta en la implementación de buenas prácticas pesqueras.</p> <p>Acceso limitado a la información sobre redes alimentarias.</p> <p>Escasa transferencia de tecnología.</p>	<p>Sobreexplotación de los recursos pesqueros.</p> <p>Escasez de recursos pesqueros.</p> <p>Reducción de la disponibilidad de recursos pesqueros.</p> <p>Prácticas acuícolas que no atienden las necesidades.</p> <p>Proliferación de plagas y enfermedades.</p> <p>Mal manejo acuícola.</p> <p>Problemas de sanidad alimentaria.</p> <p>Desventaja productiva en comunidades rurales.</p>	<p>Diseño, evaluación, implementación y transferencia de tecnologías y planes de manejo para el uso eficiente de los recursos pesqueros.</p> <p>Planeación del uso de recursos acuícolas y pesqueros (ordenamiento territorial, manejo de paisajes; manejo de cuencas; servicios ambientales).</p> <p>Implementación de tecnologías e investigación para el monitoreo de especies marinas.</p> <p>Diseño de biomateriales para contenedores y empaques que implementen tecnologías biodegradables.</p> <p>Diseño e implementación de tecnologías alternativas de producción de especies útiles.</p> <p>Transferencia de tecnología para el diseño e implementación de</p>

Tema	Necesidad social	Problemáticas	Satisfactor
	Falta de espacios para el desarrollo profesional.		<p>producción de recursos marinos.</p> <p>Diseño e implementación de tecnología para el manejo de recursos genéticos (biotecnología; manejo integrado de plagas; mejoramiento genético; manejo de residuos).</p> <p>Manejo e innovación en infraestructura de acuicultura (maquinaria; sistemas; equipos e implementos).</p>
<b>Marginación y pobreza</b>	<p>Falta de asistencia técnica y de capacitación para la producción de alimentos.</p> <p>Ineficacia en la implementación de planes y proyectos para el desarrollo del sector acuícola.</p> <p>Insuficientes ingresos derivados de la actividad pesquera para elevar la calidad de vida de los productores.</p> <p>Falta de acceso a los Programas de asistencia social.</p>	<p>Bajo desarrollo regional y rural.</p> <p>Sistemas de producción de bajo rendimiento.</p>	<p>Implementar programas de desarrollo rural y regional.</p> <p>Diseño y establecimiento de sistemas de producción alternativos (diversificación productiva; regionalización de la producción; biotecnología, prácticas de producción intensivas; sistemas de producción urbanos; programas de valor agregado a la producción acuícola).</p> <p>Alimentos acuícolas de calidad (vías de comunicación; medios de transporte).</p>
<b>Igualdad de género, inclusión, diversidad sexual y</b>	Falta de conocimiento de la teoría y prácticas de igualdad de género e inclusión de las diversas expresiones	<p>Desigualdad de género.</p> <p>Desigualdades sociales y de</p>	Diseño de estrategias de capacitación de la implementación de metodologías y prácticas de igualdad de género,

<b>Tema</b>	<b>Necesidad social</b>	<b>Problemáticas</b>	<b>Satisfactor</b>
<b>derechos humanos</b>	de la diversidad sexual y sexodisidencias (eg. personas transgenero) para asegurar el respeto y promover una vida libre de desigualdades  Falta de conocimiento teórico y de las prácticas para la aplicación de derechos y oportunidades libres de violencia y discriminación	derechos humanos.	respeto a las diversidades sexuales y sexodisidentes para asegurar el respeto y una vida libre de desigualdades.

### 3. Análisis de los fundamentos disciplinares

La biología ha sido el fundamento principal de las disciplinas como biología marina, pero es indispensable el uso de más disciplinas ya que los sistemas biológicos suelen ser complejos y por lo tanto abordables desde diferentes perspectivas. Explicar los entes en la naturaleza incluida la vida ha sido uno de los principales intereses de la biología. El reto es que la vida se da tanto en sistemas terrestres como marinos, y es este último donde mayor énfasis y problemáticas encontramos ya que muy poco se conoce al respecto. Es aquí donde las disciplinas auxiliares desempeñan una función crucial para contribuir al estudio de la vida en los mares y costas de una manera lo más comprensible posible y eficaz, o al menos pertinente, con base en las circunstancias globales actuales.

Una nueva disciplina puede concebirse desde diferentes perspectivas como la gnoseológica. A lo largo de la historia las disciplinas científicas han sido clasificadas, y actualmente se han realizado propuestas de interacción múltiple entre ellas y con cierta compatibilidad en los conocimientos abordados. Por ejemplo, durante el siglo XX se observó un surgimiento de nuevas disciplinas que ayudarían a explicar y entender los fenómenos que estaban ocurriendo. Estas disciplinas pertenecían a su vez a una clasificación aún mayor denominadas ciencias, como es el caso de la biología. Respecto a la biología, existen algunos modelos actuales

denominados lineales donde existe un orden arriba-abajo en el que hay ciencias superiores que presuponen a las inferiores. Por ejemplo, la química presupone a la física, la biología a la química, y la psicología a la biología como lo menciona Giannela (2006) en su análisis “Las disciplinas científicas y sus relaciones”. Por otra parte, la autora hace una descripción de otros modelos para ilustrar la segregación interna que la biología tiene en cuanto a sus múltiples campos de saberes y partes distributivas, es decir los niveles de especies, géneros y órdenes. En otras palabras, la biología puede tener propiedades emergentes o supervenientes, así la química podría tener propiedades que no únicamente se estudian en la biología.

Con base en lo anterior han surgido más modelos que estudian, a partir de la biología, entes más particulares o específicos pero que a su vez siguen englobadas en esa ciencia superior, tales modelos son los denominados ramificados. En ellos existe relación entre las distintas disciplinas, pero la integración o transdisciplinariedad no es plausible. Es por ello por lo que se necesita un enfoque con características que permitan no sólo la transdisciplinariedad del conocimiento sino también la interdisciplinariedad. Los modelos reticulares tienen su fundamento en que, la interacción, por ejemplo, de la biología y sus disciplinas debe ser múltiple y recíproca, y que a su vez las disciplinas involucradas sean como redes conectadas a otras disciplinas o campos del conocimiento (Giannela, 2006; Burgos y Faure, 2018). Una de esas disciplinas es precisamente la biología marina.

Para muchos estudiantes obtener conocimiento relacionado al océano y su biodiversidad es la forma de expresar un profundo interés por la vida marina. La mayoría tiene una preocupación genuina por los impactos de las actividades humanas en los océanos y costas. En este sentido, esta disciplina integra contenido científico que a su vez es complementado por otras ciencias. Sin embargo, las actualizaciones recientes que se han hecho en ella han dado énfasis sobre los organismos marinos y costeros, su diversidad, estructura y función ecológica en los ambientes donde se encuentran desde una perspectiva física y biológica. El nuevo paradigma de esta disciplina exige que los estudiantes y futuros profesionales

tengan las bases científicas de ésta y que conozcan su historia. Asimismo, se prioriza el pensamiento crítico para que los alumnos puedan comprender por qué y cómo el método científico se aplica en los estudios marinos. Y para que tengan en consideración las limitantes, y por ende el uso de otras ciencias y disciplinas.

Con respecto a lo anterior, es imperante la introducción básica a otras ciencias y disciplinas como la geología marina, la física y la química, así como dar un mayor énfasis a la importancia del funcionamiento y estructura de los ecosistemas marinos y costeros. En este sentido, los aspectos abióticos y bióticos desempeñan un papel fundamental en las disciplinas que se trans e interrelacionan. Por otra parte, esta ciencia está estrechamente relacionada con la oceanografía, es decir el estudio de los océanos, pero al igual que la biología marina, la oceanografía, que es el estudio científico de los océanos, se puede dividir en cuatro áreas principales: 1. Oceanografía Física: el estudio de la física de los océanos y sus interacciones con la atmósfera. 2. Oceanografía Biológica: el estudio de la biología de los océanos 3. Oceanografía Geológica: el estudio de la geología y la geofísica de los océanos 4. Oceanografía Química: el estudio de la química de los océanos. En la última década se ha argumentado que la biología marina también está estrechamente relacionada con la Oceanografía Biológica (Hawkins, 2019; Millero, 2005) tanto que suelen considerarse lo mismo. Sin embargo, en términos de perspectivas, la primera está orientada al estudio de la vida marina de los organismos, mientras que la segunda tiende a explicar los sistemas o ciclos que existen en los océanos y cómo estos contribuyen a la vida marina en forma de alimentación o condiciones fisicoquímicas del agua (Castro y Huber, 2019).

Aunque esta carrera se desarrolló como ciencia básica, con el aumento de las actividades humanas en el mar o cerca de este, se ha ido adaptando a muchos sectores que están relacionados con la contaminación y la evaluación de los impactos ambientales, con la conservación del ambiente y con la evaluación y gestión de la pesca. Se trata de problemáticas estrechamente relacionadas a los temas fundamentales de la biología marina, y por ello deben considerarse parte

integrante de esta disciplina. Desde el punto de vista operativo, por lo tanto, su conocimiento es una condición indispensable para abordar los temas de la conservación del mar y del mantenimiento y mejora de sus recursos.

### **3.1 Evolución de las disciplinas centrales y su trayectoria**

Se entiende por trayectoria de la disciplina central a la historicidad de la ciencia que fundamenta el cuerpo de conocimientos que constituye el núcleo central de los saberes de la opción profesional; lo anterior implica la documentación de los orígenes más remotos del conocimiento disciplinar, pasando por la identificación de los descubrimientos, principios, teorías, rupturas epistemológicas, entre otros, siguiendo una cronología histórica, hasta llegar al momento actual. Con esta perspectiva es necesario hacer un recuento histórico sobre el surgimiento de Biología Marina, así como, los avances en la formación profesional en las ciencias que la conforman (Biología y Oceanología) y cómo han contribuido a aumentar el conocimiento de los organismos y ecosistemas marinos y costeros, y cómo esto ha repercutido en el desarrollo de la humanidad (Talley, *et al.*, 2011).

A lo largo del tiempo, las poblaciones humanas a menudo han prosperado cerca del mar, en parte debido a los recursos alimentarios que se pueden encontrar allí, pero también a la facilidad de transporte de personas y carga en barcos. Un elemento crucial que contribuyó de manera indirecta al auge de la biología marina fueron los barcos. Los primeros registros fueron de barcos egipcios que tenían un mástil con una vela y un nido de cuervo encima del mástil. También estaban propulsados por remos, con una gran paleta en la popa como timón. La proa está modelada con la figura de una cabeza de leona que tiene el cuerpo de una persona asiática en su boca. Los barcos hebreos que navegaron costas filisteas también contribuyeron a la navegación y a la exploración de sitios fuera de la costa, y durante el primer siglo E.C, numerosos barcos mercantes de varios tipos surcaban las aguas del Mediterráneo. Algunos de ellos eran embarcaciones costeras (Castro y Huber, 2019).

Las observaciones sobre diversos organismos y entornos fueron, por supuesto, una parte importante de las actividades humanas desde los primeros tiempos. Cerca del final de la edad de bronce, los egipcios no eran un pueblo marítimo, y las civilizaciones griega y hebrea aún no se habían desarrollado hasta el punto en que pudieran realizar extensos viajes por mar (y no se conocen registros escritos de esa época). Los fenicios, sin embargo, eran navegantes consumados, realizaron viajes por todo el Mediterráneo para el establecimiento de colonias y el comercio. Hicieron viajes fuera del Estrecho de Gibraltar, hacia el Atlántico, y realizaron extensos viajes a lo largo de la costa de África. Aparentemente reconocieron las mareas más altas del Atlántico y consideraron la posibilidad de una masa de agua que rodeaba todas las tierras. Durante la edad del bronce, los minoicos de Creta y más tarde los griegos micénicos viajaron por el Mediterráneo. Los poemas homéricos (escritos varios cientos de años después por Homero, como la *Ilíada* y la *Odisea*) describen eventos alrededor del 1200 a. C. e involucran viajes marítimos bastante extensos (al menos para esa época) (Mladenov, 2020).

Después del colapso de la civilización micénica en el siglo XII a. C., Grecia entró en una edad oscura de la que se sabe poco hasta aproximadamente el siglo VIII a. El conocimiento de los mares se centró en el mar Egeo y se extendió generalmente por todo el Mediterráneo oriental. Los griegos de esa época imaginaban el mundo como un gran disco con los bordes vueltos hacia arriba, con el centro del disco en el Egeo, rodeado por un río. Aunque los fenicios habían viajado al Atlántico siglos antes, los griegos probablemente no estaban familiarizados con el Océano Atlántico ni con ningún mar más allá del Mediterráneo. Entre los siglos VIII y VI a. C., los griegos del período histórico comenzaron a viajar más allá del Egeo, aunque no se aventuraron fuera del Mediterráneo hasta el siglo IV a. C. Los cartagineses (descendientes de los fenicios) también realizaron extensos viajes durante este tiempo, tanto hacia el sur, a lo largo de África, como hacia el norte, a lo largo de las costas del norte de Europa. También pueden haber llegado tan al oeste como el Mar de los Sargazos. En el siglo VII a. C., el faraón egipcio Necho envió viajeros fenicios en lo que pudo haber sido una



circunnavegación completa de África. Sin embargo, la mayoría de los viajes de esta era y anteriores no estaban destinados a investigar fenómenos naturales más allá de lo necesario para la navegación a tierras lejanas (Castro y Huber, 2019).

Los registros escritos de importantes observaciones biológicas sobre organismos marinos comenzaron con los primeros filósofos griegos, sobre todo Aristóteles (384-322 a. C.), quien fue el alumno más famoso de Platón. Platón consideraba la intuición como la base del conocimiento. Aunque Aristóteles hizo muchas observaciones que fueron relativamente precisas, su mayor contribución a la ciencia fue su enfoque precursor del método científico moderno. Más notablemente, Aristóteles no tuvo verdaderos maestros, predecesores o cuerpo de conocimiento científico sobre el cual construir, fue el primero (registrado) en comenzar tales estudios, ganándose así el título de "Padre de la Historia Natural". Él mismo era muy consciente de su posición como uno de los primeros de su tipo, y también de la naturaleza humilde de estos primeros estudios (Finkl y Makowski, 2017).

Durante la Edad Media, la ciencia indagación, incluido el estudio de la vida marina, llegó a un punto muerto en la mayor parte de Europa. Gran parte del conocimiento de los antiguos griegos se perdió. Sin embargo, no toda la exploración del océano se detuvo. Durante los siglos IX y X EC, o Era Común, los vikingos continuaron explorando el Atlántico norte. En 995 EC, un grupo vikingo liderado por Leif Eriksson descubrió Vinland, lo que ahora llamamos América del Norte. Los comerciantes árabes también estuvieron activos en la Edad Media, viajando a el este de África, el sureste de Asia y la India. En el Lejano Oriente y el Pacífico, la gente también continuó explorando y aprendiendo sobre el mar. Durante el Renacimiento, estimulados en parte por el redescubrimiento de conocimiento antiguo conservado por los árabes, los europeos comenzaron de nuevo a investigar el mundo que los rodeaba, y varios emprendieron viajes de exploración. Cristóbal Colón redescubrió el "Nuevo Mundo" en 1492: la noticia del hallazgo de los vikingos nunca había llegado al resto de Europa. En 1519 Fernando de Magallanes

encabezó la primera expedición para navegar alrededor del mundo. Otros viajes épicos aumentaron el conocimiento de los océanos. Con todas estas aportaciones comenzaron a aparecer mapas bastante precisos para la primera vez, especialmente para lugares fuera de Europa (Karleskint *et al.*, 2012; Castro y Huber, 2019).

Por otra parte, James Cook, fue uno de los primeros en hacer observaciones científicas e incluir un naturalista de tiempo completo entre su tripulación. En una serie de tres grandes viajes, comenzando en 1768, exploró todos los océanos. Fue el primer europeo en ver los campos de hielo antárticos y aterrizar en Hawái, Nueva Zelanda, Tahití y muchas otras islas del Pacífico. Cook fue el primero en utilizar un cronómetro, un reloj preciso que le permitió determinar su longitud con precisión y, por lo tanto, preparar cartas confiables. Del Ártico a la Antártida, de Alaska a Australia, Cook amplió y remodeló la concepción europea del mundo. Él trajo especímenes de plantas y animales y cuentos de extrañas nuevas tierras (Morrissey, *et al.*, 2016; Mladenov, 2020).

En el siglo XIX, llevar a un naturalista en las expediciones era algo común. Quizás el más famoso de estos naturistas a bordo fue Charles Darwin. Darwin, más famoso por sus trabajos posteriores sobre teorías de la evolución, fue comisionado temprano en su vida como naturalista en las expediciones a bordo del Beagle (1831-1836). Darwin colectó y estudió numerosos organismos marinos durante este famoso viaje, lo que eventualmente condujo a su famosa teoría del hundimiento de la formación de arrecifes de coral (para atolones) y una clasificación de percebes que todavía es útil en la actualidad. Las observaciones que hizo en la expedición a bordo del Beagle también le proporcionaron las ideas que más tarde utilizó para formular su teoría de la evolución y la selección natural (Tait y Dipper, 1998).

Como alternativa a los barcos, los biólogos comenzaron a trabajar en la orilla del mar. Entre los primeros estaban Henri Milne Edwards y Víctor Andouin, dos investigadores franceses que iniciaron sus visitas regulares a la costa para estudiar

vida marina alrededor 1826. Otros biólogos pronto siguieron su ejemplo. Las excursiones ofrecían la oportunidad de estudiar organismos vivos, pero no había instalaciones permanentes y sólo se puede llevar una cantidad limitada de equipo. Con el tiempo, los biólogos establecieron laboratorios permanentes donde podrían mantener vivos a los organismos y trabajar más periodos largos. El primer laboratorio de este tipo fue la *Stazione Zoologica*, fundado en Nápoles, Italia, en 1872, el mismo año en que se embarcó el Challenger. Posteriormente, surge el laboratorio marino de la Sociedad Biológica del Reino Unido que fue fundado en Plymouth, Inglaterra, en 1879 (Mladenov, 2020).

La Segunda Guerra Mundial tuvo un efecto importante en el desarrollo de la biología marina. Debido a la importancia de la guerra submarina, se desarrolló una nueva tecnología, el sonar, o la navegación y el alcance por sonido. El sonar se basa en detectar ecos submarinos. El océano, pensado durante mucho tiempo como un reino silencioso, de repente se encontró lleno de sonido, gran parte hecho por animales. Durante la guerra, el aprendizaje sobre estos animales ya no era la búsqueda casual de algunos biólogos marinos interesados, sino una cuestión de interés de seguridad nacional. Como resultado de esta urgencia, varios laboratorios marinos, como Scripps en San Diego en 1903, y la Institución Oceanográfica Woods Hole (establecida en 1929), crecieron rápidamente. Cuando terminó la guerra, estos laboratorios no sólo seguían siendo vitales centros de investigación, sino que seguían creciendo. Estos eventos fueron el punto de partida para que se crearan otros laboratorios marinos en diferentes partes del mundo, contribuyendo a la generación del conocimiento de la biología marina. En los años posteriores, al inicio y después de la segunda guerra mundial, se desarrollaron nuevas tecnologías como la navegación, el sonar, los equipos de buceo, los sumergibles acuáticos y los vehículos submarinos no tripulados que permitieron explorar nuevos entornos (Morrissey, *et al.*, 2016).

Los años inmediatamente posteriores a la Segunda Guerra Mundial vieron el perfeccionamiento del primer equipo autónomo de respiración subacuática o de

buceo práctico. La tecnología básica fue desarrollada en Francia en donde el ingeniero Émile Gagnan, quien trabajó en los automóviles que funcionan con gas natural comprimido, y su colega francés Jacques Cousteau modificaron el aparato para respirar aire comprimido bajo el agua. Cousteau continuó dedicando su vida al buceo y los océanos. De esta forma, y utilizando el equipo de buceo, los biólogos marinos pudieron, por primera vez, mantenerse bajo el agua durante más de unos pocos minutos y a la vez observar organismos marinos en su entorno natural, colectando especímenes y realizando experimentos a profundidades menores a 50 m. Actualmente, la tecnología submarina es utilizada para explorar las partes más profundas del océano, revelando un mundo alguna vez inaccesible. De esta manera, a grandes rasgos, se ha favorecido la generación de conocimientos del mar, con estudios interdisciplinarios aplicados en la biología y oceanología, tales como zoología, botánica, oceanografía, ecología, biología molecular, evolución meteorología, bioquímica, física, química, sistemas computacionales entre otros. De igual manera estas mismas y otras disciplinas ofrecen un panorama lleno de descubrimientos relacionados con la Biología Marina (Castro y Huber, 2019).

### **3.2 Prospectiva**

La prospectiva de la biología marina hace referencia al futuro de esta disciplina según su producción de conocimiento de frontera y sus articulaciones con otras disciplinas. Los futuros estudios de biología marina posiblemente sean orientados a los procesos biológicos de los ecosistemas antes que a una sola especie. Los barcos oceanográficos y los laboratorios en tierra son ahora tan importantes para la biología marina, por lo que se incentiva ampliamente a las instituciones y universidades para que se dé prioridad a las investigaciones en los ambientes marinos y costeros. Por otra parte, la creciente atracción por la biología marina es evidente entre los jóvenes de países con extensos litorales como México. Los océanos, patrimonio de toda la humanidad, deben ser salvaguardados de la sobreexplotación y la contaminación. Esto ha sido uno de los objetivos de la Convención de las Naciones Unidas sobre el derecho de los mares (UNCLOS).

También el Acuerdo de París, o Acuerdo Climático de París, es otro tratado con gran pertinencia en los estudios marinos y costeros desde la perspectiva del cambio climático. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) fue firmado por 195 naciones que acordaron continuar con los esfuerzos para combatir el cambio climático y lograr el control de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antrópicas peligrosas en el sistema climático. Los océanos han influido en la humanidad al proporcionar alimentos y vías de comercio y cultura. Está claro, sin embargo, que la relación se ha invertido. El futuro del campo dinámico y en constante expansión de la biología marina se enfrenta a muchos desafíos, particularmente en los estudios enfocados a los sistemas oceánicos y costeros. Estos desafíos incluyen el cambio climático global y sus efectos sobre el nivel del mar y la acidificación de los océanos, una crisis alimentaria mundial que demanda nuevos y más eficientes usos de los recursos alimentarios del océano, una crisis energética que también exige fuentes innovadoras de energía renovable, la disminución en la biodiversidad y la desaparición de hábitats marinos, los efectos de los microplásticos, la eutrofización y otros tipos de contaminación (Santhanam, *et al.*, 2018).

Uno de los principales problemas ambientales que actualmente enfrentan los océanos es la presencia de microplásticos (Rocha-Santos y Duarte, 2017). La mayoría de los microplásticos resultan de la degradación de las crecientes cantidades de plástico que se vierten en ellos cada año (Bank, 2022). Algunos de ellos se hunden y forman parte de zonas abisales, algunos están capturados en el hielo marino, pero las cantidades considerables siguen permaneciendo en la columna de agua. Los microplásticos constituyen el 94 % de los 1.8 billones de piezas de plástico que flotan en el Pacífico. Aún se desconocen las cantidades de microplásticos que se encuentra en el medio marino, cuáles son los efectos que tienen sobre la vida marina y humanos consumidores de mariscos, y cuál es el destino final de estas partículas no biodegradables (Crawford y Quinn, 2016).

Por lo cual, el futuro de la profesión del biólogo marino tiene una gran expectativa, considerando las nuevas formas de hacer investigación, aunado a esto, la información relacionada con el medio marino es limitada, pues a pesar de los avances tecnológicos en curso, se estima que sólo el 5 % de los océanos han sido explorados. Siendo necesaria una investigación interdisciplinaria y transdisciplinaria para seguir construyendo la comprensión de los océanos y las acciones que habrán de realizarse para protegerlo. Debido a que, sin una comprensión colectiva y detallada de las consecuencias de la contaminación, la sobrepesca, el desarrollo costero, así como la sostenibilidad a largo plazo de la producción de oxígeno y dióxido de carbono de los océanos y la absorción de CO<sub>2</sub>, nos enfrentamos a grandes riesgos para el medio ambiente y la salud humana. Por lo que es necesario realizar investigaciones para que podamos actuar sobre los problemas potenciales.

De acuerdo con los reportes del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPPC por sus siglas en inglés) y la agenda de desarrollo sostenible 2030, entre 1880 y 2012, la temperatura media mundial aumentó 0.85 grados centígrados. Los océanos han sido particularmente afectados ya que, por sus características fisicoquímicas, estos absorben la mayor parte de calor que entra a la atmosfera, afectando a las especies marinas y a los procesos ecológicos y biológicos que ocurren en los cuerpos de agua, así como al derretimiento de los glaciares. Por otra parte, entre 1901 y 2010, el nivel medio del mar aumentó 19 cm, pues los océanos se expandieron debido al calentamiento y al deshielo. La extensión del hielo marino del Ártico se ha reducido en los últimos decenios desde 1979, con una pérdida de hielo de 1,07 millones de km<sup>2</sup> cada decenio. Dada la actual concentración y las continuas emisiones de gases de efecto invernadero, es probable que a finales de siglo XXI el incremento de la temperatura mundial supere los 1.5 grados centígrados en comparación con el período comprendido entre 1850 y 1900. Sin embargo, las proyecciones que ha publicado el IPCC (2021) sugieren que los océanos del mundo seguirán calentándose y continuará el deshielo. Se prevé una elevación media del nivel del mar de entre 24 y 30 cm para 2065 y entre 40 y 63 cm para 2100. La mayor parte de las cuestiones relacionadas con el cambio

climático persistirán durante muchos siglos, a pesar de que se frenen las emisiones. Por esta razón la biología marina será una carrera fundamental en el quehacer científico y en la generación y aplicación de conocimiento que contribuya a la mitigación de estas problemáticas (Allan, *et al.*, 2021).

### **3.3 Fundación de escuelas relacionadas con la biología marina en México**

En México, los estudios en ambientes marinos y costeros siguen siendo escasos. Este fenómeno también se observó en otras áreas como las pesquerías y la acuicultura desde la época de la colonia, y contribuyó a un retraso significativo en el desarrollo marino, pesquero y acuícola. Ante este panorama, la necesidad de formar grupos de trabajo que estuvieran lo suficientemente capacitados para coadyuvar las carencias existentes se hizo más notoria. En 1948 se fundaron las primeras dos escuelas que, si bien no eran estrictamente de biología marina, fueron la base de las escuelas con programas enfocados a las ciencias marinas. La escuela en Guaymas Sonora y la escuela en Alvarado, Veracruz fueron las primeras. Posterior a esto, otras tres escuelas surgieron, una en La Paz, Baja California Sur, la segunda en Lerma Campeche y la tercera en Manzanillo, Colima. Estas tres dependían inicialmente de la secretaría de marina, y después de la secretaría de industria y comercio, por medio de la subsecretaría de pesca. Más tarde, se fundó en 1959 la escuela de técnicos pesqueros en Veracruz con carácter terminal. Sin embargo, se necesitaba una carrera con horizontes más amplios y que se forjara en universidades (Zarza-Meza, 2021). En la actualidad sólo universidades públicas ofertan la carrera de biología marina. Si bien en Veracruz dos instituciones ofertan esta carrera, la Universidad Veracruzana adelanta en mayor cobertura a lo largo del estado ya que se oferta en dos de sus regiones.

### **3.4 La biología marina como profesión en México**

A partir del año 2005, el comité directivo de Asociación Nacional de Profesionales del Mar (ANPROMAR) se dedicó a determinar qué carreras a nivel licenciatura estaban inmersas en las ciencias del mar con el objetivo de acreditarlas. México ocupa el cuarto lugar en biodiversidad a nivel mundial y enfrenta grandes retos y en términos de manejo y conservación de sus recursos marinos, por lo cual, los

egresados de la carrera de biología marina tienen un papel estratégico en nuestro país (Zarza-Meza, 2021).

En México la biología marina como profesión no ha recibido la relevancia suficiente. Los océanos y costas son de importancia nacional y local por lo que la carrera de biología marina tiene una amplia área de oportunidades. La protección y conservación de las áreas costeras de los impactos ambientales producidos por las actividades humanas es de vital importancia. El crecimiento poblacional y las crecientes demandas de productos y recursos, que satisfagan las necesidades de la población, ejercen una presión continua sobre el entorno natural. El desarrollo debe ser sostenible, es decir, debe satisfacer las necesidades de hoy sin afectar la capacidad de las generaciones futuras, para satisfacer sus necesidades. Aunque una gran cantidad de leyes han sido aprobadas por muchos gobiernos para la protección y conservación de los ecosistemas marinos y costeros, aún queda mucho por hacer. La biología marina como profesión contribuye al uso racional de nuestras costas y garantiza que los beneficios de este uso puedan mantenerse para las generaciones futuras. El uso múltiple de los recursos costeros y la necesidad de manejarlos exige una planificación juiciosa para acomodar los intereses de muchos actores de la sociedad. Sin embargo, la formación de más profesionales en la carrera de biología marina sigue siendo insuficiente para trabajar en las problemáticas que México tiene en términos de manejo y conservación de ecosistemas marinos y costeros, particularmente bajo un esquema educativo con un enfoque sostenible (Rieckmann, 2017).

### **3.5 La innovación tecnológica**

Uno de los aspectos fundamentales en el avance científico ha sido el desarrollo tecnológico ligado a la observación de la naturaleza. En la Agenda 2030 de Naciones Unidas, una de las metas del objetivo 14, vida submarina, es:

Aumentar los conocimientos científicos, desarrollar la capacidad de investigación y transferir tecnología marina, teniendo en cuenta los Criterios y Directrices para la



Transferencia de Tecnología Marina de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental, a fin de mejorar la salud de los océanos y potenciar la contribución de la biodiversidad marina al desarrollo de los países en desarrollo, en particular los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países menos adelantados (Sanahuja y Tezanos-Vázquez, 2017).

A la par, la OCDE menciona que las innovaciones tecnológicas son claves para conservar la biodiversidad de los océanos, como materiales auto limpiantes y nanotecnología para el almacenamiento de energía. El uso de la genética es una herramienta importante para mejorar la cría de especies y desarrollar alimentos en acuicultura. El océano siempre ha sido una alternativa fundamental para el desarrollo de fármacos, vacunas, alimentación, entre otros. No obstante, para el uso de estos recursos es importante desarrollar tecnologías submarinas, también sensores inteligentes y mejorar la tecnología, el transporte submarino es necesario para explorar el océano y aprovechar todo su potencial desde un enfoque sostenible.

Es indudable que hasta nuestros días se han creado inventos importantes dentro de las ciencias biológicas, uno de ellos es el microscopio. El desarrollo tecnológico basado en el principio fundamental, observar con mayor resolución los objetos de estudio, ha resultado en el desarrollo de la microscopía electrónica y atómica, y todos los modelos de la microscopía óptica que mejoran las imágenes observadas (por ejemplo, contraste de fases, normanski, confocal, fluorescencia). El acceso a este tipo de instrumentos se ha globalizado y ha permitido un avance significativo en las ciencias marinas en nuestro país.

Otros desarrollos tecnológicos han sido la creación de instrumentos operados remotamente que permiten la exploración de diferentes ambientes, en particular los marinos como lo son los vehículos submarinos (remotely operated vehicles: ROVs y autonomous underwater vehicles: AUVs) y drones que permiten captar imágenes a una mayor escala espacial y con resoluciones mayores a las que

proporciona una imagen de satélite. Por otro lado, la tecnología desarrollada por diferentes países como China, Estados Unidos y Rusia ha permitido colocar en el espacio instrumentos (satélites) que proporcionan información del planeta, tanto de la parte continental como de la parte marina (Finkl y Makowski, 2017).

Por otra parte, el desarrollo tecnológico para replicar procesos metabólicos, como la replicación del material genético a través de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), ha permitido grandes avances en la biología marina y ha trascendido a otras áreas del conocimiento de los marcadores moleculares, peces óseos, peces cartilaginosos, mamíferos marinos etc. La instrumentación ligada a la medición de distintas variables ambientales marinas se ha perfeccionado de tal manera que permite generar más información en menor tiempo con consecuencias favorables para el entendimiento de los fenómenos y procesos marinos. Ligado a estos avances tecnológicos se encuentra el desarrollo en la tecnología de información y comunicación. El desarrollo del internet, los grandes servidores permiten almacenar y compartir un gran número de datos que están disponibles, en la mayoría de los casos, a cualquier usuario para el avance del conocimiento de nuestros mares. Ejemplos de estas plataformas de comunicación lo son la Administración Oceánica y Atmosférica Nacional de los Estados Unidos (NOAA: [www.noaa.gov](http://www.noaa.gov)) o plataformas nacionales como la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO: [www.gob.mx/conabio](http://www.gob.mx/conabio)) que ponen a disposición bases de datos, así como imágenes satelitales de interés incluyendo las marinas. Estos avances tecnológicos exigen constante actualización en los saberes para lograr profesionistas competentes en las ciencias marinas como lo es el perfil del Biólogo marino (Brusca y Haskin, 2020).

Es por todo lo anterior que a futuro se prevén avances científicos y tecnológicos que puedan solucionar problemas ambientales relacionados con los océanos, para el buen desarrollo de actividades económicas marítimas. Las innovaciones en ingeniería y tecnología submarinas, tecnologías con sensores, satélites, computarización de datos masivos, biotecnología y nanotecnología, es

indudable que los diferentes sectores de la economía del océano se verán afectados positiva y negativamente por todos estos avances tecnológicos (Finkl y Makowski, 2017), es por ello que es importante la regulación y gobernanza de los océanos.

### **3.6 La biología marina en el contexto de la sustentabilidad**

Los océanos son una de las principales fuentes de riqueza en cuanto a diversidad biológica, ya que constituyen el 90 % del espacio habitable del planeta y cuentan con más de 250 mil especies conocidas en el mundo, y otras aún por descubrir. En ese sentido, México es uno de los países que goza con mayor diversidad biológica en el mundo, esencial para mantener la salud en el planeta y el bienestar social, así como una nación comprometida en la conservación y aprovechamiento sustentable de sus recursos marinos (Ayón, *et al.*, 2017).

Con base en los objetivos del desarrollo sostenible de la agenda 2030, impulsados por las Naciones Unidas, particularmente en su objetivo 14 donde se establece la importancia de conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos, establece la importancia de realizar estudios enfocados a los ambientes marinos y costeros a fin de contribuir a la sostenibilidad (ONU, 2015). De esta forma la carrera de biología marina tiene una amplia pertinencia considerando que más de tres mil millones de personas dependen de la biodiversidad marina y costera para su sustento. A nivel mundial, el valor de mercado de los recursos marinos y costeros, y su industria se estima en \$ 3 billones por año o alrededor del 5 % del PIB mundial.

Los océanos contienen casi 200,000 especies identificadas, pero las cifras reales pueden ser de millones; absorben alrededor del 30 % del dióxido de carbono producido por los humanos, amortiguando los impactos del calentamiento global. Además, sirven como la mayor fuente de proteínas del mundo. Más de 3.000 millones de individuos dependen de ellos como fuente principal de proteínas. La pesca marina emplea directa o indirectamente más de 200 millones de personas. Los subsidios a la pesca están contribuyendo al rápido agotamiento de muchas

especies y están impidiendo los esfuerzos para salvar y restaurar la pesca mundial y los empleos asociados a esta, causando que la pesca oceánica genere US \$ 50 mil millones menos por año de lo que podrían. Los espacios de mar abierto muestran que los niveles actuales de acidez han aumentado en un 26 % desde el comienzo de la Revolución Industrial. Las aguas costeras se están deteriorando debido a la contaminación y la eutrofización. Sin esfuerzos coordinados, se espera que la eutrofización costera aumente en 20 % de los grandes ecosistemas marinos para el año 2050 (Tambutti y Gómez, 2022).

La carrera de biología marina ha contribuido a las metas de desarrollo sostenible de la agenda 2030. Estas metas describen las pautas para que, en los años 2025 y 2030, se prevenga y reduzca significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos y la contaminación por nutrientes. Además de la gestión y protección sostenible, la carrera de biología marina ha ampliado su contexto para establecer estrategias de conservación de los ecosistemas marinos y costeros y el fortalecimiento de propiedades ecológicas como la resiliencia. A través de las competencias que los estudiantes de biología marina adquieren se contribuye a minimizar y abordar los efectos de la acidificación de los océanos, incluso mediante una mayor cooperación científica a todos los niveles. También se establecen medidas de uso del recurso pesquero en México y a nivel local de manera eficaz para la explotación pesquera y la eliminación de las pescas excesiva e ilegal, así como aplicar planes de gestión con fundamento científico a fin de restablecer las poblaciones de organismos marinos en el plazo más breve posible, con base en estudios de rendimiento máximo sostenible (Caicedo, 2021).

### **3.7 Interculturalidad, género, internacionalización**

La Universidad Veracruzana desempeña un papel fundamental como máxima casa de estudios, y ha sido un referente importante de la educación con una presencia significativa mediante su participación en diferentes consorcios, asociaciones y

organizaciones universitarias internacionales (Plan General de Desarrollo 2030 de la Universidad Veracruzana). Esto ha propiciado que sus estudiantes se beneficien de las múltiples oportunidades que la Universidad Veracruzana ofrece para enfrentar un mundo globalizado y en constante cambio. Por otra parte, como se ha venido observando, el siglo XXI impone a las instituciones de educación superior (Becerra-Delgado *et al.*, 2020) retos y oportunidades donde las habilidades y competencias adquiridas para mitigar la pobreza, y fomentar la necesidad de vivir junto con culturas y valores diferentes ha tenido mayor relevancia. Sin embargo, un punto clave para contribuir a lo anterior es promover, entre los alumnos y el personal académico, la interculturalidad, la equidad de género y la internacionalización para enriquecer la formación académica integral y personal con el conocimiento de nuevos escenarios (Knight, 2012).

Los (las) biólogos (as) marinos (as) deben impulsar la eliminación de la brecha de género en el mundo laboral, y particularmente contribuir al fortalecimiento del desempeño de la mujer en los estudios marinos, en la toma de decisiones que beneficien al país, en el desarrollo de la biología marina, en el bienestar social y en la seguridad alimentaria mundial. Con base en los reportes de las Naciones Unidas se ha señalado que existe una brecha de género en los sectores de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, menos del 30 % de los investigadores son mujeres. México tiene 11 mil kilómetros de costa y no hay suficientes mujeres que trabajen en la preservación y conservación de los ambientes marinos y costeros. Por lo tanto, es primordial que se potencialice e incremente la participación de las mujeres profesionales de biología marina en el país.

Los informes más recientes (Cuervo-López, *et al.*, 2021) indican que hubo un total de 131 (52 %) mujeres y 118 (48 %) hombres adscritos a la carrera de biología marina con sede en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, región Poza Rica-Tuxpan. Por otra parte, en el año 2020 se ofertó la carrera de Biología marina en la Región Veracruz en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. El ingreso estuvo conformado por un 60 % de mujeres y 40 % de hombres. La

segunda generación, 2021, estuvo conformada por un 76 % de mujeres y un 24 % de hombres. El porcentaje elevado de mujeres que ingresaron a esta licenciatura es un indicador del interés de las mujeres por dedicarse a una carrera científica, con un rompimiento aparente de la brecha de género.

Por otra parte, la interculturalidad es esencial en el ámbito profesional del biólogo marino. Guevara-Gavilanes (2016) señala que la interculturalidad constituye un momento particular y se puede comprender desde diferentes ámbitos. Por lo tanto, la interculturalidad comienza desde el aprendizaje para el conocimiento de uno mismo hasta una apertura respetuosa hacia la diversidad, que enriquece las relaciones mutuas con el aporte de los componentes socioculturales de cada parte, sin que afecten de manera negativa o eliminen las identidades específicas de cada individuo. En este sentido, el profesional en biología marina debe ser capaz de compartir e interactuar con otros profesionales que provengan de diferentes culturas, creencias y pensamientos. Este contexto no sólo se origina entre los profesionales, sino también entre los diversos actores de la sociedad, particularmente aquellos que viven en zonas costeras o con conexión a los cuerpos de agua marinos y estuarinos. El que se logre la interculturalidad es primordial para que los estudios que se realizan por biólogos marinos sean exitosos y produzcan un beneficio social desde un enfoque de derechos humanos.

La Universidad Veracruzana cuida los aspectos mencionados anteriormente a través de los planes de trabajo vigentes. Los cuales están distribuidos en “Ejes Transversales”, donde se trabajan temas relacionados con la equidad, género, interculturalidad y los derechos humanos. Y para los cuales existen metas que se plantean a través del plan de trabajo de cada dependencia. En cuanto a la Internacionalización, se han planteado una serie de acciones que permiten el intercambio académico de estudiantes y docentes a través de proyectos de movilidad con diferentes instituciones académicas de otros países, y que repercuten en los indicadores de calidad que se buscan para la certificación de los programas educativos. Este aspecto también está considerado dentro del eje transversal

“Difusión de la cultura y extensión de los servicios”. Actualmente, la carrera de Biología marina cuenta con convenios internacionales de intercambio académico y estudiantil, la matrícula en la región Poza Rica Tuxpan tiene estudiantes extranjeros, principalmente de países de Sudamérica como Colombia y Argentina, aunque también de Europa. También existen cuerpos académicos consolidados, y se está trabajando en aspectos relacionados al cumplimiento de doble titulación, y la impartición de experiencias educativas en un idioma extranjero.

### **3.8 Enfoque teórico-metodológico**

En biología marina, los estudios deberán utilizar un enfoque teórico metodológico reciente o actualizado. Tradicionalmente, la biología de los siglos XIX y XX avanzó a partir de una biología reductiva basada gran parte en la descripción y en los estudios de fisiología vegetal y animal. Sin embargo, a partir de los estudios de Darwin, Mendel, Wallace y otros, la biología creció en dos direcciones, por un lado, la genética y biología molecular y por el otro lado la evolución. Los trabajos de Darwin establecieron un puente entre la genética y la ecología, que fue acuñada como término por Haeckel en 1849. Sin embargo, los estudios en biología marina han empezado de una manera más lenta y siempre habían estado relacionados, casi exclusivamente, al uso de las especies de interés comercial.

Ahora, casi en cualquier ciencia actual, la invención de nuevas tecnologías ha ayudado al crecimiento y generación del conocimiento y la biología marina no es la excepción. Los medios de transporte y equipos de submarinismo han sido cruciales. Los equipos para medir las variables fisicoquímicas, las técnicas de colecta han permitido realizar trabajos más finos. No se debe olvidar que el software y el crecimiento del Internet han puesto en comunicación a los investigadores de manera más eficiente. El enfoque teórico metodológico en Biología Marina deberá conjuntar la información aceptada y reciente de las especies y de los ecosistemas marinos y se deberá abordar su estudio desde diferentes niveles de organización (individuos, poblaciones y comunidades), interdisciplinario (apoyándose en el eje

evolutivo como paradigma en la biología y en otras ciencias), transdisciplinaria, y haciendo uso de la tecnología tanto de software como hardware.

Sin duda alguna, los adelantos tecnológicos han permitido abordar los estudios de la biología desde diferentes perspectivas. A pesar de que desde el siglo XX se empezaron a proponer nuevos enfoques y a desarrollar nuevas tecnologías, es ahora en el siglo XXI cuando realmente están en pleno desarrollo y rigen los enfoques modernos no exclusivamente en la biología marina, sino en la biología en general. De esta manera se puede decir que los grandes cambios en los enfoques disciplinarios pueden quedar englobados en las siguientes categorías vigentes y en desarrollos que marcan la tendencia en las diferentes disciplinas de la biología marina:

- Concepto de especie: en constante cambio conforme se estudian los organismos con herramientas de biología molecular y análisis filogenéticos que llevan a una mejor conceptualización de qué son las especies.
- Ecología Cuantitativa: la estadística y el desarrollo de software han permitido dar un salto entre la descripción de los procesos biológicos y ecológicos, hacia una cuantificación de datos a través del desarrollo de software que efficientiza los procesos y análisis estadísticos que le dan sustento científico a los diseños experimentales tanto de laboratorio como de campo.
- Análisis a gran escala (meso a mega escala): el desarrollo tecnológico ha puesto a nuestra disposición instrumentos que permiten el cambio de enfoque en los análisis espaciales y temporales, pasando de lo local a lo global y del segundo a las décadas o siglos.
- Pesquerías en el contexto social: actualmente el estudio de las pesquerías no es independiente del contexto social local, regional, nacional e internacional. El cambio de enfoque obliga a los estudiosos de estos temas a abordar socialmente la problemática de pescadores artesanales e industriales para una mejor propuesta en las metodologías de pesca y



políticas que permitan la optimización de los recursos con un enfoque de sustentabilidad.

- Acuicultura: el desarrollo de esta disciplina se ha centrado en especies no nativas que ha repercutido en muchos casos en la introducción de estas especies al ambiente. La tendencia actual es retomar la experimentación con las especies nativas de las zonas costeras y procurar el menor impacto a los ecosistemas.
- Sustentabilidad, manejo de recursos marinos y costeros y toma de decisiones: a pesar de que el enfoque de sustentabilidad se formalizó prácticamente en el año de 1987 con el informe Brundtland, y desde entonces las políticas ambientales se empezaron a formalizar en muchos países, es un hecho de que el crecimiento poblacional, el excesivo uso de los recursos naturales y la contaminación, son problemas mayores hoy en día. Los enfoques anteriores y el uso de herramientas nuevas para la toma de decisiones permiten abordar los problemas de manejo de recursos naturales desde perspectivas nuevas con la creación de nuevas políticas ambientales que garanticen un desarrollo sostenible en los recursos marinos.

### **3.9 Relaciones disciplinares: multidisciplinarias e interdisciplinarias**

Una disciplina según Boisot (citado en Palmade,1979) es un conjunto que comprende tres categorías de elementos:

1. Objetos observables y/u objetos formalizados, manipulados ambos con la ayuda de métodos y procedimientos.
2. Fenómenos que son la materialización de las interacciones entre esos objetos.
3. Leyes que dan cuenta de los fenómenos y permiten predecir su operación.

De esta noción, se pueden derivar términos relativos:

- Multidisciplinariedad: yuxtaposición de varias disciplinas, a veces sin relación aparente entre ellas. La multidisciplinariedad significa yuxtaposición de disciplinas. Es aditiva no integrativa como la interdisciplinariedad.

- Pluridisciplinariedad: yuxtaposición de disciplinas más o menos cercanas en el campo del conocimiento.
- Transdisciplinariedad: puesta en marcha de un conjunto de definiciones, axiomas y postulados (es decir, una teoría científica) común de un conjunto de disciplinas.
- Interdisciplinariedad: interacción existente entre dos o más disciplinas. Esta interacción puede ir desde la simple comunicación de ideas hasta la integración mutua de los conceptos directivos, de la epistemología, de la terminología, de la metodología, de los procedimientos, de los datos y de la organización de la investigación y de la enseñanza correspondiente.

Actualmente los Programas Nacionales Estratégicos del Conacyt (Pronaces) organizan los esfuerzos de investigación en torno a problemáticas nacionales concretas que, por su importancia y gravedad, requieren de una atención urgente y de una solución integral, profunda y amplia. Van del planteamiento del problema o el reto, a la articulación de capacidades científico-técnicas y colaboración con otros actores sociales, del sector público o privado, para establecer metas de corto (1 año), mediano (3 años) o largo plazo (5-6 años) que conduzcan a la solución del problema en cuestión (García-Barrios, 2019).

Por otra parte, el Sistema Nacional de investigadores del CONACYT maneja nueve áreas del conocimiento con diferentes disciplinas:

- Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra;
- Biología y Química;
- Medicina y Ciencias de la Salud;
- Ciencias de la Conducta y la Educación;
- Humanidades;
- Ciencias Sociales;
- Ciencias de Agricultura, Agropecuarias, Forestales y de Ecosistemas;
- Ingenierías y Desarrollo Tecnológico;
- Interdisciplinaria

Cada una de estas áreas se fundamenta en diferentes disciplinas y subdisciplinas que le dan el sustento básico a los conocimientos que se generan en cada área, por lo que se pueden distinguir fácilmente algunas de estas áreas cuando se basan en disciplinas que constituyen ciencias por sí mismas como la Biología y la Química. Así, vemos que la última área del conocimiento reconocida por CONACYT es la IX “Interdisciplinaria” como resultado de las interacciones entre disciplinas que resultan en conocimientos de mayor dimensión por el aporte de cada disciplina. Para abordar el estudio de los seres vivos es necesaria la participación de diversas disciplinas que intercambien métodos con la finalidad de integrar conceptos y aplicaciones. Es en este momento, cuando la Biología transita por la interdisciplinariedad para una integración del saber, hacia un “todo” relativo, manteniendo los conocimientos de las “partes”. Para que se den los enfoques interdisciplinarios, es preciso que se produzca una transformación recíproca de las disciplinas participantes en relación con el sujeto-objeto y el contexto complejo (Vilar,1997).

Las disciplinas básicas que sustenta el Consorcio de Programas de Educación Biológica de Reconocida Calidad en México y que le otorgan la multidisciplinariedad e interdisciplinariedad a la Biología, son:

- Matemáticas
- Física
- Química
- Fisicoquímica
- Bioquímica
- Biología Celular
- Genética
- Fisiología
- Ecología
- Sistemática

Esta serie de disciplinas se le denomina “Núcleo Básico de la Biología” y ha sido utilizada como base en los Planes de Estudio del Núcleo Básico para la formación del Biólogo en general. Adicionalmente a estas disciplinas, otras son necesarias para la formación del biólogo marino como lo son:

- Oceanografía
- Acuicultura
- Pesquerías
- Geología marina
- Desarrollo sustentable

Las subdisciplinas son indudablemente la parte medular que constituye el perfil del biólogo marino y que dependiendo del enfoque particular de cada programa podrán desarrollarse en mayor o menor medida:

- Biología marina
- Botánica marina
- Biología animal y zoología marina
- Oceanografía física
- Oceanografía química
- Oceanografía biológica
- Procesos costeros
- Biología pesquera
- Biotecnología

### **3.9.1. Relaciones Multidisciplinares**

La multidisciplinariedad es un elemento clave para la creatividad y la innovación, así como un requisito para la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad. El término "multidisciplinariedad" hace referencia a la búsqueda del conocimiento, interés o desarrollo de habilidades en múltiples campos. La multidisciplinariedad es algo natural, común y que ocurre con cierta frecuencia. Por ejemplo, es común para los estudiantes:

1. Practicar deportes, tomar clases de matemáticas y ciencias naturales en la educación primaria;
2. Clases de física, química y literatura en la educación secundaria; y
3. De ética, filosofía, matemáticas y lengua en los ciclos propedéuticos o generales de la educación superior.

Pero esta multidisciplinariedad no será de mucha ventaja, a menos que logremos conectar los saberes y valores de dichos campos (Miranda, 2009). Para la Biología Marina, las aportaciones de otras áreas del conocimiento como las ciencias de la salud, las ciencias sociales, las ciencias agropecuarias y forestales, así como el área humanística, fortalecen la generación de los nuevos enfoques y conocimientos para una formación integral del estudiante. En este esquema, el modelo educativo de la Universidad Veracruzana permite esta multidisciplinariedad a través de la distribución de las diferentes disciplinas como Experiencias Educativas que conforman el perfil del biólogo marino, en diferentes áreas: área de formación básica general (AFBG), área de formación disciplinaria (AFD), área de formación terminal (AFT) y área de formación de elección libre (AFEL). En este esquema por áreas, las disciplinas y subdisciplinas conjuntan sus saberes teóricos en cada Experiencia Educativa con un enfoque de estudio de ecosistemas marinos dando como resultado un profesional con formación básica de biólogo, y especializado en ambientes marinos.

### **3.9.2 Relaciones Interdisciplinarias**

La interdisciplinariedad procede de una coherencia cada vez más estrecha de los dominios de estudio de las disciplinas, con un acercamiento de métodos y de integración teórica. Es así como ciertos elementos y ciertas perspectivas de la biología han alcanzado el campo de estudio de la física para originar en otras disciplinas como la biofísica. Con esto en mente, el mismo Boisot distingue tres tipos de interdisciplinariedad:

**a) Interdisciplinariedad lineal:** cuando en una disciplina un fenómeno no explicado por las leyes de esa disciplina está implicado por una ley tomada de otra. Por ejemplo, la ley de Coulomb aplicada a la gravitación, la electrostática, el magnetismo y el flujo económico entre ciudades.

**b) Interdisciplinariedad estructural:** la interacción entre dos o varias disciplinas lleva a la creación de un cuerpo de nuevas leyes, que forman la estructura básica de una disciplina original que no puede ser reducida a la combinación formal de las disciplinas generadoras.

**c) Interdisciplinariedad restrictiva:** el campo de aplicación de cada disciplina puesta en juego por un objetivo definido está restringido por las otras. Por ejemplo, en un proyecto de urbanismo, el psicólogo, el sociólogo, el especialista en sistemas, el arquitecto, el economista, impondrán cada uno un número de restricciones que, tomadas en su conjunto, delimitarán el área de posibilidad dentro de la cual puede situarse el proyecto.

La interdisciplinariedad se refiere al uso de al menos dos disciplinas en la búsqueda de una respuesta, es una especie de fuerza capaz de unir varias experiencias para lidiar con los retos de estos tiempos. El mundo real no sabe de divisiones académicas, demanda de un enfoque realmente interdisciplinar que se opone al fanatismo de algunos autores o expertos que intentan imponer el impero de su disciplina y artificiosamente argüir que dentro de ella se encuentra un factor común para todas las disciplinas. Hay dos barreras fundamentales que tienen que romperse para que la interdisciplinariedad pueda ser un aliado de la educación y de la investigación: la cerrazón de las ciencias lleva a una investigación reduccionista y a una educación especializada y particulada (sin posibilidad de integración), y el darse cuenta de que la tarea educativa implica trabajar otras dos dimensiones aplastadas por el culto al conocimiento: habilidades para pensar y actitudes para ser.

Los enfoques modernos de la ciencia exigen biólogos marinos que atiendan los vacíos de información en las ciencias marinas no sólo desde un enfoque disciplinario, sino que integren diferentes disciplinas dirigidas a la resolución de problemas emergentes en nuestros mares y que finalmente tienen repercusiones a nivel global: contaminación por microplásticos, fármacos disueltos en agua, acidificación del mar, especies invasoras, aumento de los fenómenos de florecimientos algales nocivos, derretimiento de los glaciares, y otros problemas ambientales. Es necesario no sólo describir los fenómenos y entenderlos, sino proponer soluciones, y este resultado sólo lo tendremos mediante la interdisciplinariedad de las ciencias pertenecientes a diferentes áreas de conocimiento. Asimismo, son de importancia general para el desarrollo humano y el sector salud y el sector alimentario, por lo que la búsqueda de alternativas para beneficiarlos es la interdisciplinariedad en la formación de biólogos marinos con diferentes enfoques: biotecnólogos marinos, oceanógrafos físicos, oceanógrafos químicos, biólogos marinos moleculares, maricultores, administradores pesqueros, y otros perfiles específicos apoyados por disciplinas de otras áreas como la sociología, ingeniería y humanidades.

### **3.9.3 Descripción de las disciplinas principales relacionadas con el programa educativo de Biología Marina**

La biología marina es el estudio científico de la vida en el mar. Existen diferentes razones prácticas para estudiar biología marina. Muchos avances médicos, por ejemplo, han sido respaldados por la investigación realizada en organismos marinos, como los estudios de la inmunidad animal en anémonas de mar y larvas de estrellas de mar, la fertilización de huevos de erizo, la conducción nerviosa en calamares y en los músculos de cirrípedos, por mencionar algunos. La vida marina es también una gran fuente de recursos ya que proporciona alimentos, medicinas y materias primas, ofrece recreación a millones de personas alrededor del mundo, además de ser una fuente de turismo. Sin embargo, algunas especies de organismos marinos pueden también causar problemas de manera directa o

indirecta en otros seres vivos, incluyendo a organismos de interés comercial. Por otra parte, algunos organismos marinos pueden erosionar estructuras como muelles, diques y otras estructuras en el océano, y obstruir las tuberías. Bajo este contexto, es necesaria la formación de profesionales en la carrera de Biología marina que contribuyan al aprovechamiento sostenible y adecuado del mar y sus recursos, a la resolución de los problemas en los diversos ecosistemas marinos, y a la evaluación de los efectos potenciales de las actividades en el océano.

La biología marina es una disciplina integral de la biología. Casi todas las disciplinas de la biología están representadas en la biología marina. Por ejemplo, hay biólogos marinos que estudian la química básica de los seres vivos. Otros están interesados en organismos desde la perspectiva de cómo se comportan, dónde viven y por qué. Otros biólogos marinos adoptan un enfoque global y observan la forma en que los océanos funcionan como sistemas. La biología marina es, por lo tanto, parte de una ciencia más amplia y en sí misma compuesta por muchas disciplinas con diferentes enfoques. Algunas de esas disciplinas o ciencias interrelacionadas con biología marina se describirán a continuación brevemente.

La química es la ciencia que describe la materia y sus transformaciones, incluyendo nanoestructuras, propiedades, reacciones y aplicaciones de diversos componentes químicos. Esta ciencia fortalecedora es fundamental para biología marina, y posiblemente para todas las áreas de la ciencia y la tecnología modernas, especialmente para las nuevas áreas inter y multidisciplinarias de la genética molecular, la biología molecular, la nanotecnología, la química médica, el diseño y desarrollo de fármacos y la tecnología verde llamada también tecnología ambientalmente sostenible.

La biología marina está estrechamente relacionada con la oceanografía, la ciencia que estudia de los océanos, y a su vez con otras ciencias y ramas, como la geología marina que estudia el suelo marino. Por otra parte, los oceanógrafos químicos hacen sus aportaciones científicas al estudiar la química oceánica. Los oceanógrafos físicos que estudian las olas, las mareas, las corrientes y otros fenómenos físicos del mar. Actualmente, la biología marina comparte similitudes con la oceanografía biológica, tanto que puede ser difícil de separarlas. Algunos



expertos distinguen una de la otra basándose en el objeto de estudio, es decir, la biología marina estudia a los organismos que viven relativamente cerca de la costa, mientras que los oceanógrafos biológicos se centran en la vida en el océano abierto. Pero la distinción más común y acertada es que los biólogos marinos tienden a estudiar la vida marina desde la perspectiva de los organismos (por ejemplo, estudiando lo que come un organismo), mientras que los oceanógrafos biológicos lo hacen desde perspectiva del océano (por ejemplo, estudiando cómo los ciclos de energía fluyen a través del sistema). Asimismo, biología marina se interrelaciona con Ecología marina, disciplina de Ecología que provee las bases a los estudiantes sobre las principales cuestiones ecológicas que pueden abordarse a nivel de individuos, poblaciones, comunidades y ecosistemas marinos y costeros. Esto involucra algunos de los siguientes cuestionamientos: ¿Qué determina la distribución de los individuos de una especie? ¿Qué controla la abundancia de las poblaciones de una especie? ¿Qué determina la riqueza y diversidad de especies en una comunidad? ¿Qué influye en la transferencia de la materia y energía en un ecosistema? Haciendo uso de ejemplos marinos y costeros, el objeto de estudio incluye a los organismos y el entorno físico, historias de vida, crecimiento y regulación de la población, manejo de poblaciones, modelos teóricos, interacciones entre especies, cambios en la comunidad y flujos de energía. El componente práctico enfatiza los enfoques para la compilación y el análisis de datos ecológicos e impulsa al estudiante y futuro profesional para que escriba e interprete informes científicos.

Aunado a lo anterior, vivimos en la era de la ciencia, por lo tanto, los métodos y técnicas de investigación son necesarias. Las empresas mejoran sus productos a través de la ciencia y la tecnología. Los sitios de noticias informan regularmente sobre nuevos avances, y diversos medios de comunicación poseen una sección de notas científicas. Los gobiernos y las empresas privadas invierten millones de dólares al año en la investigación científica y en la educación, y esto es porque hacer ciencia funciona. La sociedad moderna no podría existir sin el conocimiento y la tecnología producidos por la ciencia. Los científicos no ven el mundo como un lugar donde las cosas simplemente suceden sin razón, sino que pueden explicarse

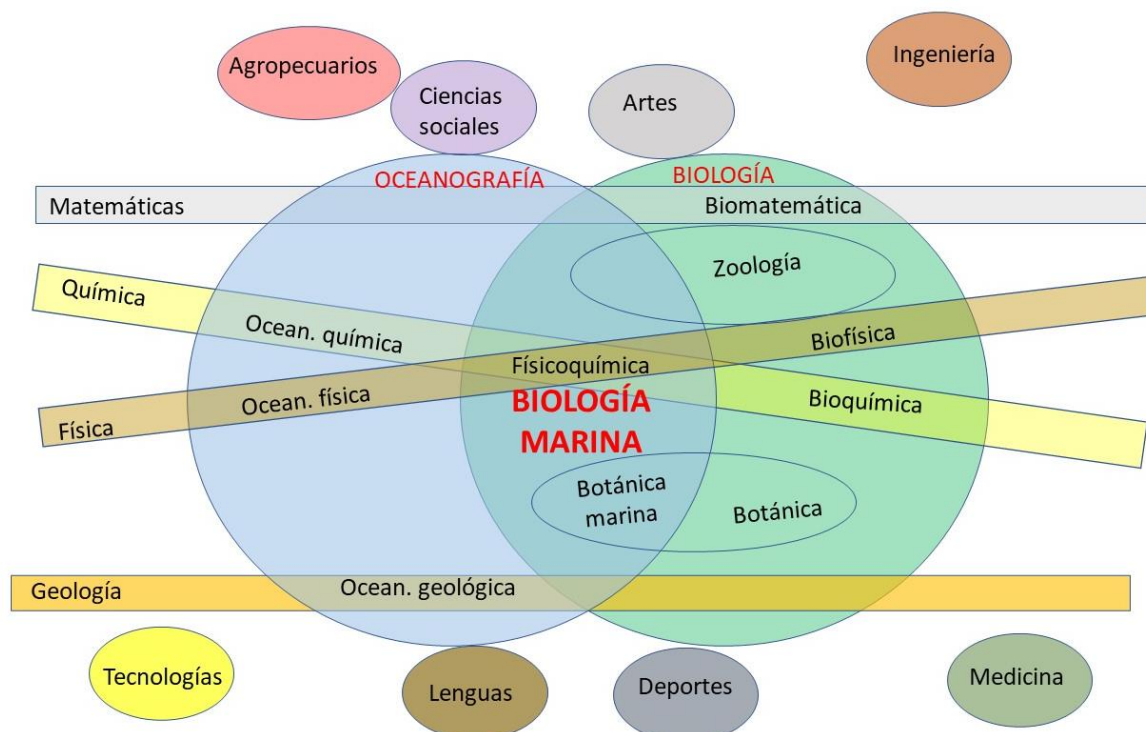
mediante leyes físicas. Los científicos no se dedican a descubrir estas leyes al azar; lo hacen con base en procedimientos probados. Métodos de investigación involucra un conjunto de procedimientos que utilizan los científicos para aprender acerca de los fenómenos que ocurren, al cual denominan método científico. Los científicos a veces no están de acuerdo sobre algunas particularidades del método científico. Como resultado, se puede aplicar el método a través de diferentes vías. Sin embargo, los principios básicos del método científico prevalecen, y puede ser visto como un marco flexible y adaptable que guía el estudio.

Las bases de la biología marina se encuentran en la biología, por ello los fundamentos de biología, proporcionan a los estudiantes una comprensión de los conceptos clave, aportando información sobre la diversidad y la unidad de la vida a través de la lente de cinco conceptos básicos: evolución, teoría celular, regulación, transmisión de información e interconexión en sistemas biológicos marinos y costeros. Estos conceptos usualmente se estudian a nivel molecular, celular e individual, la estructura molecular y física de la célula, la replicación celular y la expresión génica, la homeostasis, la fotosíntesis y la respiración, y las interacciones entre organismos de una misma especie, y entre diferentes especies.

Por otra parte, los seres vivos experimentan desafíos que afectan su sobrevivencia y éxito reproductivo. Muchos de estos desafíos están relacionados a cómo moverse, cómo respirar, cómo asociarse con el entorno, cómo alimentarse y cómo reproducirse. En este sentido, fisiología de los organismos marinos explora la asombrosa diversidad morfológica de la vida y proporciona al estudiante de biología marina los conocimientos sobre las estructuras y componentes internos que cumplen funciones biológicas esenciales. Otra rama importante de la biología marina, es botánica marina, que se enfoca al estudio de las plantas marinas y estuarinas como algas (micro y macro), pastos marinos, y bosques de manglar. El trabajo de campo y laboratorio de esta disciplina se centra en la identificación, diversidad y ecología de la flora marina a nivel local, regional, nacional e inclusive internacional.

La capacidad de interpretar datos es fundamental para tomar decisiones que contribuyan al manejo y conservación de la vida marina. El diseño de experimentos, el análisis y la interpretación de datos biológicos son necesarios entender fenómenos biológicos. Es por ello por lo que las matemáticas, ciencias o disciplinas afines, incluyendo la física nos permiten realizar proyecciones con información experimental o de campo sobre la cuestión biológica estudiada, por ejemplo, la supervivencia o no de una especie o la importancia de las especies en un ecosistema, lo que se denomina nicho ecológico. No se puede ser un científico sin una comprensión de los datos obtenidos y el diseño de investigación que se desea establecer, tampoco se pueden desarrollar proyectos sin tener claro para que y porque se necesita dicho proyecto. En este sentido, estas disciplinas introducen al estudiante a los conceptos fundamentales de la ciencia de datos para la biología marina, con énfasis en los métodos estadísticos modernos. Basándose en problemas y conjuntos de datos biológicos reales, así como en datos compilados, relacionándose a su vez con otras áreas como el diseño experimental y modelado estadístico, y metodología estadística.

La importancia de la biodiversidad marina para el desarrollo sostenible fue establecida en la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). A nivel mundial se estableció la urgencia de adoptar medidas para mejorar la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad marina. Es por ello por lo que el derecho ambiental internacional/legislación ambiental internacional en biología marina es necesario/a para la protección del medio ambiente natural del que depende la humanidad para su propia existencia,c Conociendo y aplicando una amplia gama de herramientas legales para abordar preocupaciones ambientales apremiantes a nivel mundial, y que son competencia del quehacer del biólogo marino.



*Figura 3. En porceso de ajustes-la presente es referencia del lugar a integrar en el documento.*

Fuente: propia. Relaciones disciplinares que sustentan el plan de estudios del programa de Biología Marina. Las dos grandes disciplinas que dan origen a la Biología Marina son la Oceanografía (también conocida como oceanología o ciencias marinas) y la Biología. Cada área de conocimiento (disciplina) se indica con un color diferente. Las ciencias en un rectángulo constituyen disciplinas transdisciplinares. El traslape muestra las relaciones interdisciplinares que en algunas ocasiones forman una disciplina nueva (o subdisciplina) en ese traslape. Cuando no se traslapan las disciplinas, se consideran como relaciones multidisciplinares que se deben cultivar durante el desarrollo del programa. A su vez se muestra como ejemplo subdisciplinas de la biología como la botánica y la zoología que a su vez el traslape entre disciplinas forma también nuevas subdisciplinas como la botánica marina.

### **3.10 Síntesis de apartado**

A pesar de que existen desafíos significativos en la enseñanza de la biología marina, ofrecer cursos de campo, así como materias que desde su base ofrezcan una visión interdisciplinaria tiene profundos beneficios para el aprendizaje de los estudiantes, para la vida personal y en desarrollo profesional, así como en el desarrollo de una sociedad ecológicamente alfabetizada. No hay reemplazo para la interacción directa con el mundo vivo, por lo que dentro de las nuevas perspectivas de la enseñanza de la biología marina, diversos estudios demuestran que los estudiantes necesitan experimentar lo real para poder pensar críticamente, y de esta manera contribuir en el desarrollo de nuevos constructos conceptuales. Al mismo tiempo, diferentes estudios afirman que los estudios de campo y, específicamente, la instrucción de los cursos de campo necesita cambiar para tener cada vez más disponibilidad y ser inclusiva y relevante para un mundo en constante cambio. Estos estudios ofrecen las siguientes sugerencias para garantizar que las experiencias de campo contribuyen a la preparación de futuras generaciones de biólogos marinos, así como la creación de una sociedad más alfabetizada en la naturaleza:

1. Generar medios y prácticas efectivas que cubran las necesidades de estudios de campo.
2. La naturaleza de las experiencias de campo debe ponerse en contexto para que su importancia central en relación con otros cursos.
3. Las equivalencias entre los estudios de campo biológicos y otras disciplinas que se dedican a la educación transformadora basada en la práctica deberían fortalecer la comprensión y el apoyo mutuo.

En relación con lo anterior, análisis recientes indican que el contenido y las habilidades se retienen mejor después de las experiencias de campo que después de los ejercicios de laboratorio (Scott, *et al.*, 2012) y es en el campo donde se llevan a cabo respuestas afectivas positivas (Boyle, *et al.*, 2007). Es decir, los sentimientos y valores son importantes para los estudiantes, además esto incide positivamente en la comprensión y aplicación de conceptos. Aunque sabemos que las

herramientas para evaluar los impactos afectivos son menos familiares para la mayoría de los biocientíficos. En los últimos años se ha vuelto imprescindible integrar elementos cualitativos en las investigaciones interdisciplinarias, ya que el desarrollo de herramientas de evaluación de medidas mixtas (es decir, cuantitativas y cualitativo) puede proporcionar un lenguaje común necesario para demostrar los impactos de los estudios de campo en el aprendizaje de los estudiantes. Tales medidas también podrían servir para mejorar sus experiencias y para identificar (y rectificar) las desigualdades en el acceso a la educación y los distintos tipos de oportunidades que tienen los estudiantes para tener una educación que le ofrezca acceso a un mayor número de horas en campo.

Paralelamente a la búsqueda bibliográfica, se realizó una búsqueda de los saberes teórico prácticos que engloba el aprendizaje de un biólogo marino, se muestra a continuación.

Tabla 13. Lista de saberes teórico-prácticos adquiridos por un biólogo marino.

<b>Saberes teórico-prácticos</b>
Introducción a los sistemas biológicos marinos y costeros (Biología marina aplicada, experimental, biodiversidad marina y biogeografía marina)
Matemáticas aplicadas a casos de estudio marinos y costeros
Pensamiento filosófico
Aplicación de la Física en problemas reales e hipotéticos
Conocimiento de química (orgánica e inorgánica)
Ecología marina y costera (identificación de los flujos de comunicación e información entre organismos y dentro y entre poblaciones;
Descripción del flujo de energía y el ciclo de materiales a través de organismos, ecosistemas y biomas
Oceanología
Oceanografía física
Oceanografía biológica
Oceanografía geológica
Oceanografía química
Zoología marina
Cambio climático
Acuicultura
Pesquerías
Botánica marina
Fisiología vegetal y animal

Manejo y aplicación de la legislación ambiental
Uso de criterios de ordenamiento marítimo
Conocimientos básicos en economía de recursos marinos y costeros
Aprovechamiento y administración de recursos marinos y costeros
Desarrollo sustentable
Desarrollo tecnológico para estudio del mar
Aplicación de la biotecnología marina
Comprensión de la evolución de la vida desde el nivel molecular hasta el multicelular
Conocimiento sobre las células como la unidad estructural y funcional fundamental de la vida con respecto a su maquinaria molecular, función e interacción celulares
Explicación de la importancia de que la información se conserve o modifique dentro y se transfiera entre las células y el organismo
Descripción de la naturaleza química de los procesos biológicos en sistemas marinos y costeros, y la forma en que las células y los organismos regulan su entorno (interno)
Diseño de muestreo, colecta de datos, análisis estadístico de datos.
Identificación de conexiones entre los principales conceptos en biología marina, y diseño y realización de proyectos cortos de investigación.
Uso del razonamiento y el análisis cuantitativo
Comprensión y aplicación del proceso científico en un entorno teórico y práctico
Comprensión e identificación de la biodiversidad marina
Entendimiento de la ecología de poblaciones y comunidades marinas
Comprensión de la biología de organismos marinos
Sistemas Informáticos aplicados al manejo de recursos marinos y costeros
Bioética
Llevar a cabo investigaciones ecológicas relevantes para el cambio ecológico y ambiental global y local
Comprensión de las implicaciones sociales, legales y éticas del estudio y la práctica de la biología marina y de los descubrimientos biológicos, y demostrar habilidades de comunicación y escritura científica.
Seminarios de investigación
Prácticas profesionales
Desarrollo de trabajos prácticos para la titulación

## Bibliografía

- Allan, R. P., Hawkins, E., Bellouin, N., y Collins, B. (2021). IPCC, 2021: Summary for Policymakers.
- Ayón, J. M. H., Lara, J. R. L., y Castro, G. G. (2017). La acidificación del océano: situación en aguas mexicanas. Elementos para Políticas Públicas, 1(1), 35–42.
- Bank, M. S. (2022). Microplastic in the Environment: Pattern and Process. Springer Nature.

- Becerra-Delgado, J. A., Castro-López, A. A., y Guerrero-Ch, M. Y. (2020). Diseño de un Plan Estratégico de movilidad para el Programa de Economía de la Universidad de Pamplona. Universidad EAN.
- Burgos, C. E., y Faure, R. (2018). Estructuras reticulares en los modelos metodológicos de las disciplinas proyectuales. RChD: creación y pensamiento.
- Brusca, R. C., y Haskin, T. L. (2020). The Making of a Marine Biologist: Ed Ricketts. Journal of the Southwest, 62(2), 335-372.
- Caicedo, J. L. P. (2021). La Gobernanza de los Océanos y la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible. REVISTA ACADEMIA DE GUERRA NAVAL, 15(1), 60–71.
- Caine, A. (2021). Marine Biology for the Non-Biologist: 2nd Edition.
- Castro, P., y Huber, M. (2019). Marine biology. McGraw-Hill Higher Education.
- Crawford, C. B., y Quinn, B. (2016). Microplastic pollutants. Elsevier Limited.
- Cuervo López, L., MartínezSánchez, C.E., CuencaCondoy, M., OrtizDoínguez, M., LammogliaVillagómez, M.A., y VázquezHernández, G. (2021). Informe de actividades I. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, región PozaTuxpan. Tuxpan de Rodriguez Cano, Veracruz, México. p.60.
- Finkl, C. W., y Makowski, C. (2017). Diversity in Coastal Marine Sciences: Historical Perspectives and Contemporary Research of Geology, Physics, Chemistry, Biology, and Remote Sensing (Vol. 23). Springer.
- García Barrios, R. (2019). ¿Qué son los PRONACES?. Boletín Conacyt, (1), 8-11.
- Gianella, A. (2006). Las disciplinas científicas y sus relaciones. Anales de la educación común, 2(3), 74–83.
- Hawkins, S. J., Allcock, A. L., Bates, A. E., Firth, L. B., Smith, I. P., Swearer, S. E., y Todd, P. A. (2019). Oceanography and Marine Biology. CRC Press.
- Karleskint, G., Turner, R., y Small, J. (2012). Introduction to marine biology. Cengage Learning.
- Knight, J. (2012). Student mobility and internationalization: Trends and tribulations. Research in Comparative and International Education, 7(1), 20–33.
- Mladenov, P. V. (2020). Marine biology: A very short introduction. Oxford University Press.
- Millero, F. J. (2005). Chemical oceanography (Vol. 30). CRC press.
- Morrissey, J., Sumich, J. L., y Pinkard-Meier, D. R. (2016). Introduction to the biology of marine life. Jones y Bartlett Learning.



- Rieckmann, M. (2017). Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: objetivos de aprendizaje. UNESCO Publishing.
- Rocha-Santos, T. A., y Duarte, A. C. (2017). Characterization and analysis of microplastics. Elsevier.
- Sanahuja, J. A., y TezanosVázquez, S. (2017). Del milenio a la sostenibilidad: retos y perspectivas de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible.
- Santhanam, R., Santhanam, R., y Suleria, H. (2018). Biology and Ecology of Pharmaceutical Marine Plants. CRC Press.
- Plan General de Desarrollo 2030 de la Universidad Veracruzana.
- Tait, R. V., y Dipper, F. (1998). Elements of marine ecology. Butterworth-Heinemann.
- Talley, L. D., Pickard, G., Emery, W., y Swift, J.H. (2011). Descriptive physical oceanography: an introduction. Academic press.
- Tambutti, M., y Gómez, J. J. (2022). Panorama de los océanos, los mares y los recursos marinos en América Latina y el Caribe: conservación, desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático.
- ZarzaMeza, E. A. (2021). La educación en ciencias del mar en México. Ciudad de México. 141 pp.

## **4. Análisis del campo profesional**

En este apartado se presentan los principales resultados de las encuestas realizadas a egresados, empleadores y expertos. Las encuestas en general estuvieron compuestas por preguntas abiertas y cerradas.

La aplicación de la encuesta a egresados se realizó a estudiantes egresados de las distintas generaciones del plan de estudios de Biología Marina (Región Poza Rica-Tuxpan). En el caso de Veracruz no se aplicó ninguna encuesta en este sentido dado que el programa es de reciente creación y no cuentan aún con egreso.

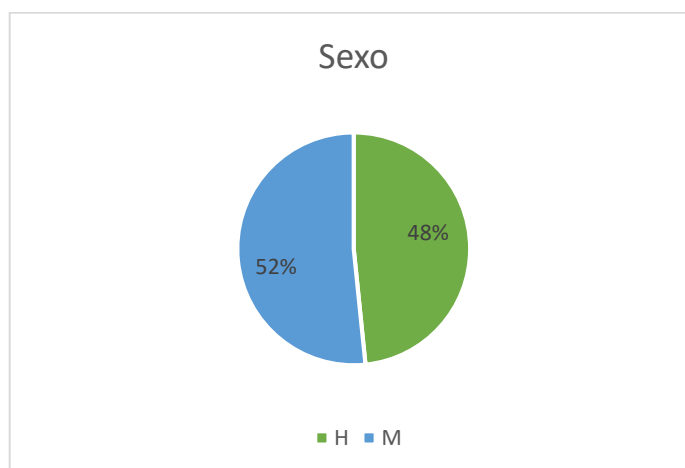
Las encuestas a empleadores, expertos y egresados se realizaron a través de la plataforma Google forms, se aplicó de manera diferenciada por ambas regiones, lo cual facilitó en buena medida la interpretación de los resultados. El periodo comprendido de la aplicación fue entre 2021 y 2022 y en total se entrevistaron a 32 egresados, 23 expertos y 7 empleadores.

#### **4.1 Reporte de la encuesta a egresados del programa de Biología Marina**

##### **4.1.1 Información personal y laboral**

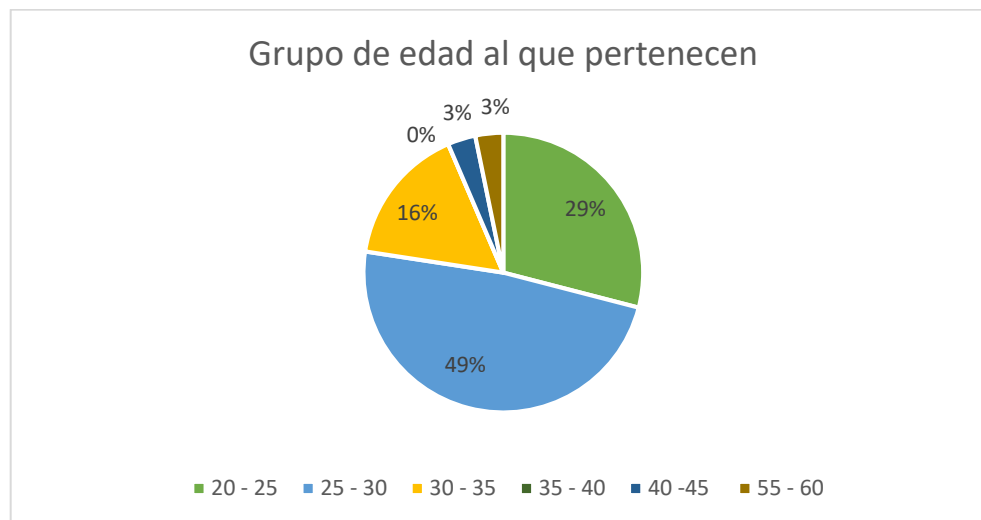
Del total de la encuesta el 48 % son mujeres y el 52 % son hombres (figura 4). En cuanto a las edades de los egresados, 49 % de ellos pertenecen al grupo entre los 25 y 30 años, el 29 % tienen entre 20 y 25 años, el 16 % entre 30 y 35, un 3 % entre 35 y 40 y otro 3 % entre 55 y 60 años (figura 5).

Figura 4. Sexo de los egresados.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Grupos de edad al que pertenecen los egresados.



Fuente: Elaboración propia

Respecto a su situación laboral, el 65 % respondió que actualmente cuenta con empleo, sin embargo, 35 % indicó lo contrario (figura 6). En la figura 7, se muestra la relación entre su trabajo y su formación personal, 48 % contestó que su empleo no tiene relación con sus estudios, por otro lado 52 % expuso que su puesto actual se relaciona con su formación profesional. Como se puede ver, pese a que la cantidad de egresados que trabajan es mayor, los resultados indican que hay más egresados trabajando en su campo profesional, la cantidad que labora en un ámbito distinto es grande, existe sólo un 4 % de diferencia entre ambos porcentajes. Por lo que indica una falta de espacios para que el biólogo marino pueda desarrollarse profesionalmente en diferentes contextos una vez que termina la carrera de biología marina, ya sea en el ámbito empresarial, académico o gubernamental.

Figura 6. Porcentaje de egresados que cuentan con trabajo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Porcentaje de egresados que se desenvuelven en un trabajo relacionado con su formación profesional.

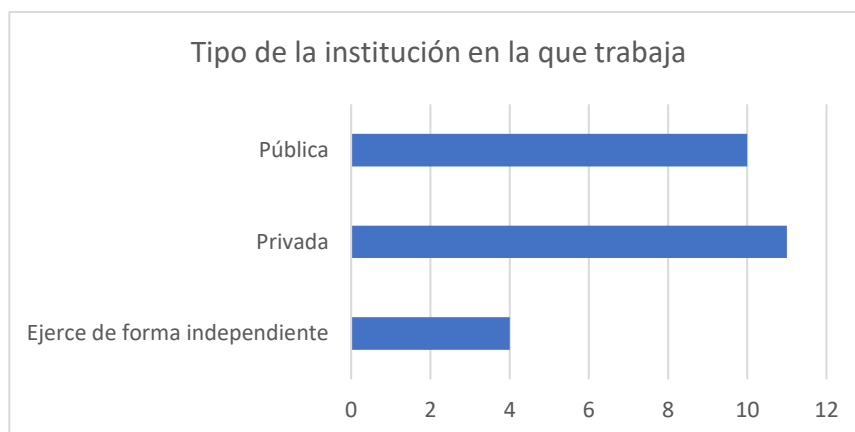


Fuente: Elaboración propia

En la encuesta se les preguntó el tipo de institución para la que laboraban, la mayoría indicó que trabaja para el sector privado, seguido por el sector público y pocos de ellos contestaron que ejercen de forma independiente. Por lo que

podemos inferir que el campo profesional del biólogo marino está fundamentalmente dentro de las instituciones públicas y privadas del país (figura 8).

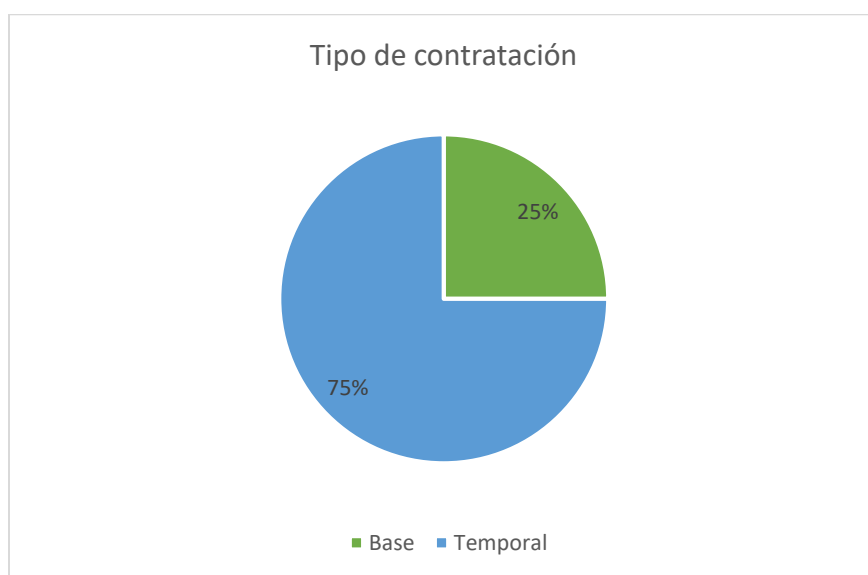
Figura 8. Tipo de institución en la que trabajan los egresados.



Fuente: Elaboración propia

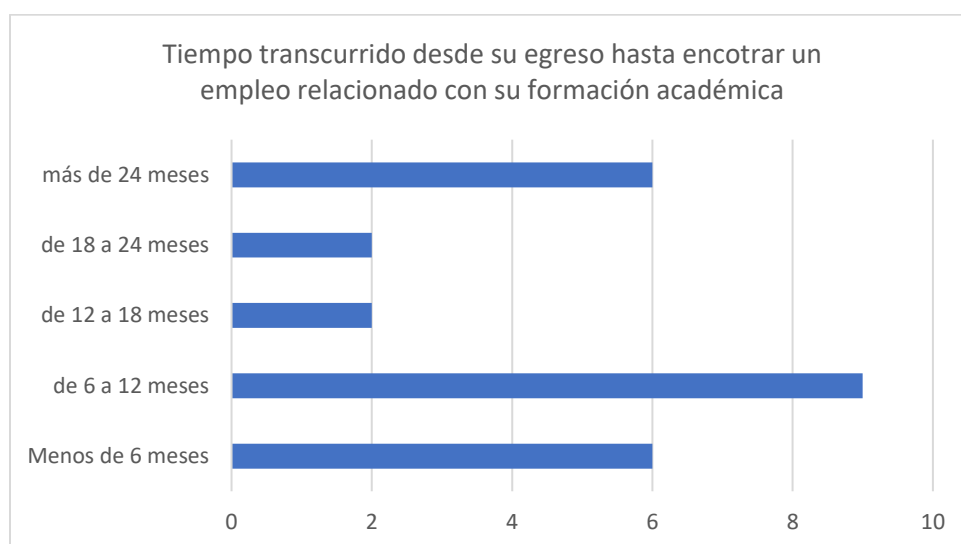
Respecto a su tipo de contratación, más de la mitad, 75 %, indicó que cuentan con contratos temporales y sólo la cuarta parte reportó que poseen una base (figura 9). En la figura 10 se visualiza información acerca del lapso entre su egreso y su contratación, la mayoría contestó que el tiempo de espera fue de 6 a 12 meses, seguido por porcentajes iguales en las respuestas que indican lapsos de menos de 6 y más de 24 meses y por último porcentajes iguales en las opciones de 18 a 24 meses y de 12 a 18 meses. El alto porcentaje de contratación temporal indica falta de espacios académicos, empresariales y de una gran variedad de instituciones, gubernamentales y no gubernamentales que puedan ofrecer estabilidad a largo plazo en un contexto laboral al biólogo marino.

Figura 9. Tipo de contratación de los egresados.



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Tiempo transcurrido entre el egreso y la contratación de los egresados.

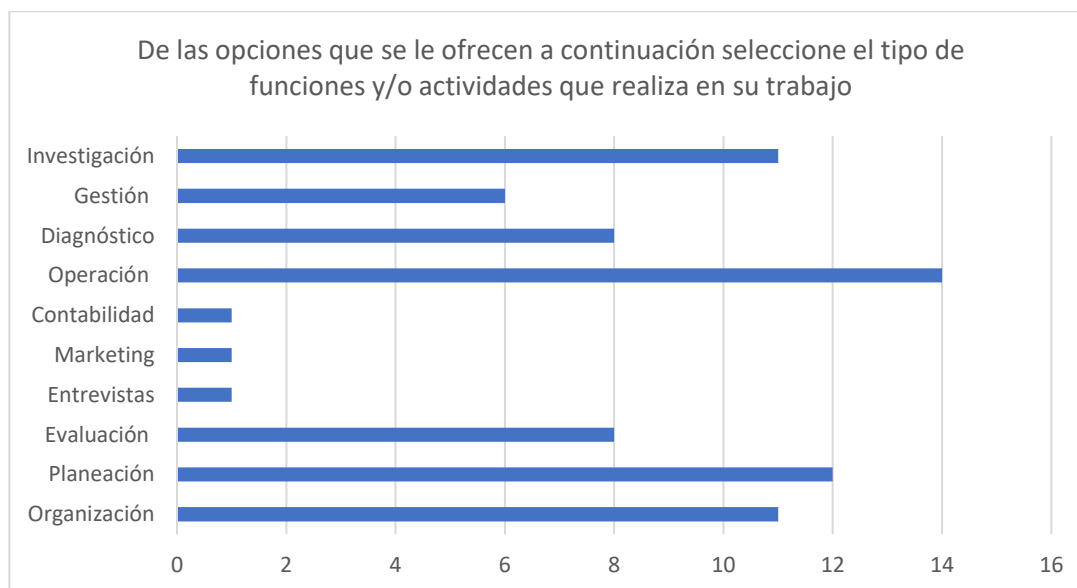


Fuente: Elaboración propia

Sobre las funciones y/o actividades que realizan en su trabajo, la más repetida entre sus respuestas fue operación, seguida por planeación, investigación, diagnóstico, evaluación, y gestión, actividades relacionadas con el quehacer de la carrera. Las opciones menos escogidas fueron contabilidad, marketing y

entrevistas, todas elegidas por sólo una persona respectivamente (figura 11). Esto puede indicar que el biólogo marino es requerido más frecuentemente para realizar tareas de planeación e investigación, así como de diagnóstico, debido a la alta necesidad de que lleven a cabo manejo y gestión de ecosistemas marinos desde un enfoque de manejo sustentable de los recursos.

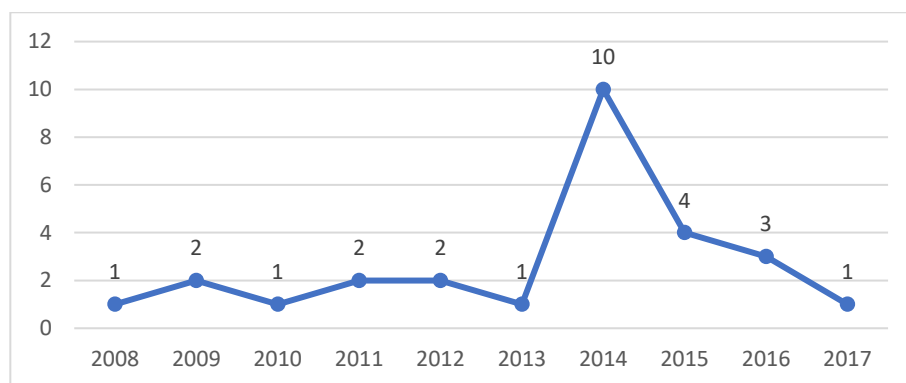
Figura 11. De las opciones que se le ofrecen a continuación seleccione el tipo de funciones y/o actividades que realiza en su trabajo.



Fuente: Elaboración propia

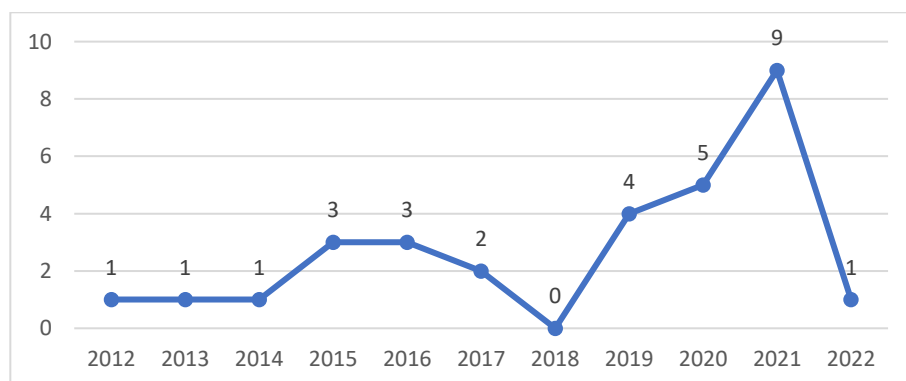
Respecto a la población encuestada, la mayoría ingresaron en los años 2014 y 2015, seguidos por los años 2016, 2012 y 2011. En cuanto al año de egreso, el porcentaje más alto de las respuestas se concentra en los años 2020 y 2021, seguidos por el año 2019.

Figura 12. Número de egresados encuestados de acuerdo a su año de ingreso a la licenciatura.



Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Número de egresados encuestados con respecto a su año de egreso de la licenciatura.

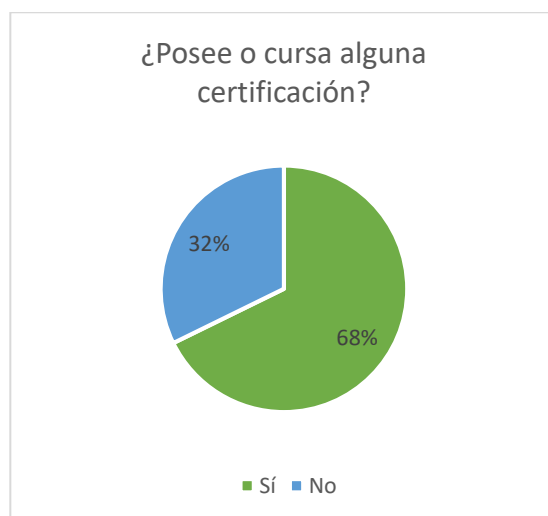


Fuente: Elaboración propia

La encuesta incluye preguntas sobre el nivel de estudios con el que cuentan los egresados, 68 % indicó que cuenta con alguna certificación (figura 14), 25 % cuenta con maestría y sólo 6 % con doctorado (figura 15), de estos porcentajes, el 33 % de ellos son posgrados profesionalizantes y el 67 % de investigación (figura 16). Las certificaciones con las que cuentan son: mamíferos marinos, certificaciones de buceo, PADI Open Water, TOEFL, Buceo avanzado, Open Water Diver, Open Diver SSI, Buceo autónomo avanzado, Supervisor ambiental, Sistemas de información geográfica, acuacultura y ecoturismo. Como se puede ver en la lista anterior todas las certificaciones están relacionadas a su ámbito de estudio.

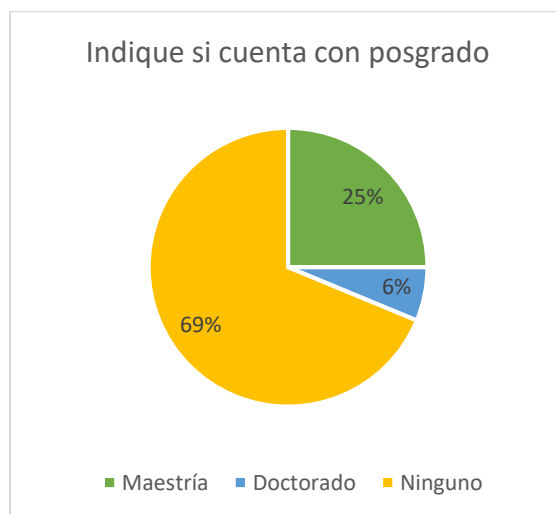


Figura 14. Porcentajes de egresados que poseen una certificación.



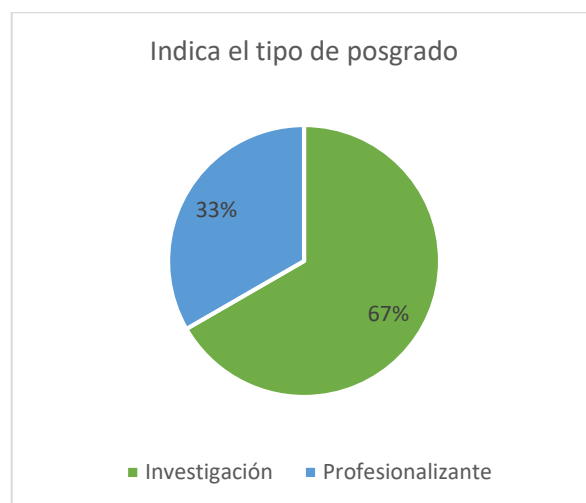
Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Porcentaje de egresados que cuentan con un posgrado.



Fuente: Elaboración propia

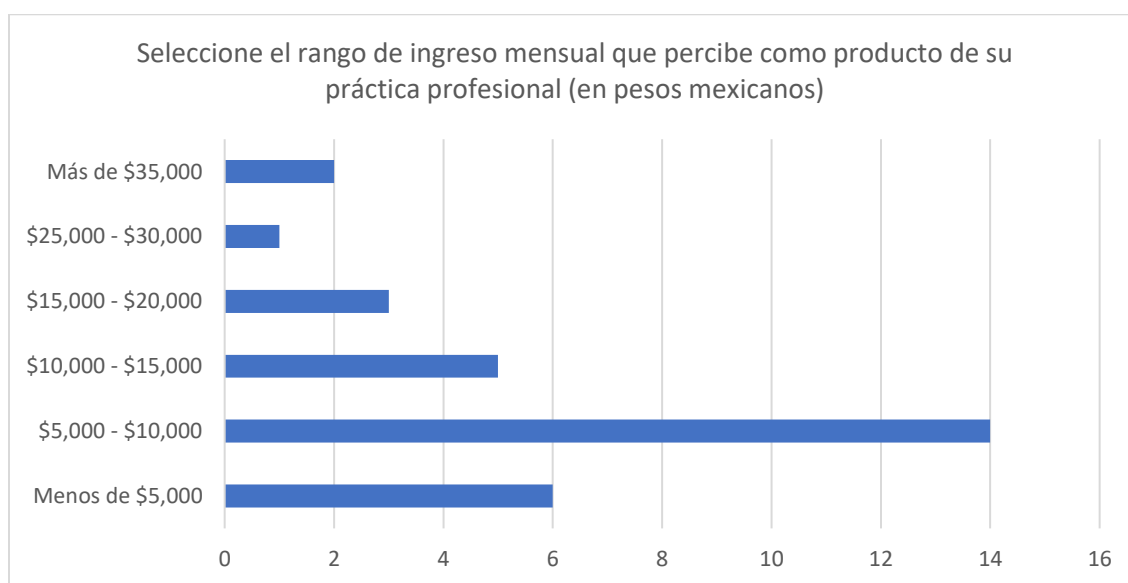
Figura 16. Tipos de posgrados con el que cuentan los egresados.



Fuente: Elaboración propia

Se les pidió a los egresados que indicaran el rango de ingreso mensual que perciben: 45 % respondió que gana entre \$5,000 y \$10,000 pesos mexicanos; seguido por 19 % que tiene ingresos menores a \$5,000; 16 % cobra entre \$10,000 y \$15,000; 9 % indicó entre \$15,000 y \$20,000; 6 % señaló el rango entre \$25,000 y \$30,000; y sólo el 3 % dijo que cobra más de \$35,000 (figura 17). De acuerdo con la información anterior, la mayoría de los graduados gana más del sueldo mínimo en México, sin embargo, el segundo rubro con más indicadores es menor al mismo y mientras más aumenta la cantidad en el sueldo más baja el porcentaje de respuestas.

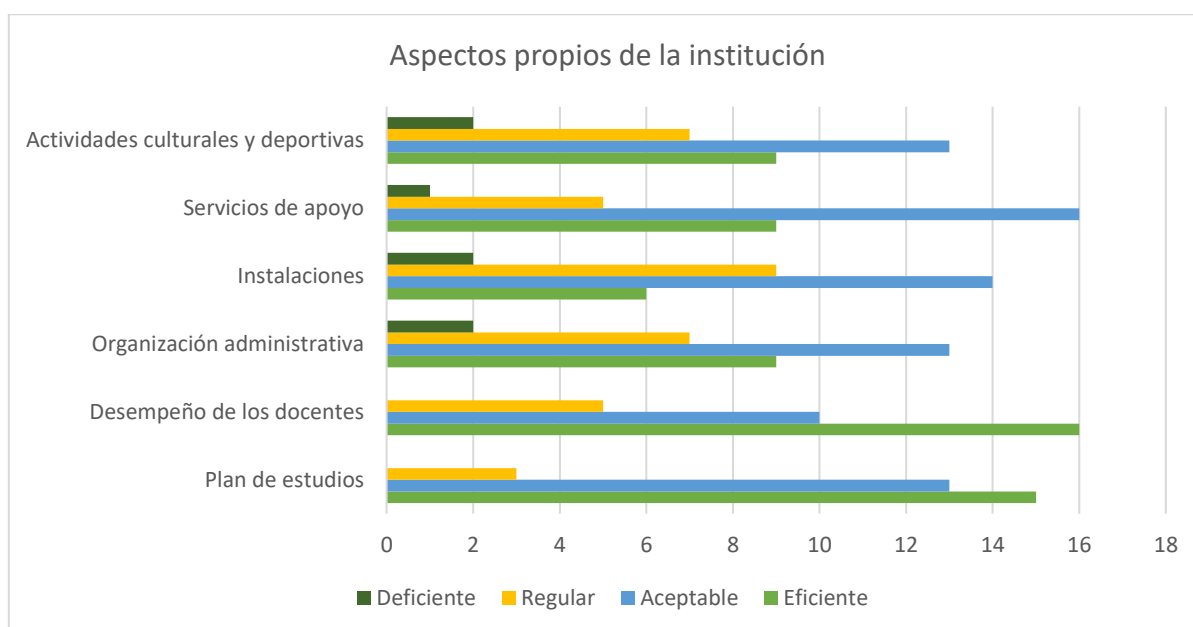
Figura 17. Rangos de ingresos que perciben los egresados.



Fuente: Elaboración propia

Sobre los aspectos propios de la institución, los egresados reportaron como las más eficientes el desempeño de los docentes y el plan de estudios, como aceptables la organización administrativa, las instalaciones, los servicios de apoyo y las actividades culturales y deportivas, el aspecto con mayor indicador en el apartado regular fue instalaciones. Actividades culturales y deportivas, instalaciones y organización administrativa fueron los aspectos que obtuvieron mayores respuestas en deficiente, sin embargo, sólo el 6 % lo indicó de esta manera. Aunque es un porcentaje menor de personas que ven problemáticas en estas tres últimas áreas, podría ser de gran ayuda realizar una evaluación del estado de las instalaciones, e incentivar las actividades deportivas y culturales en contextos de aprendizajes interdisciplinarios.

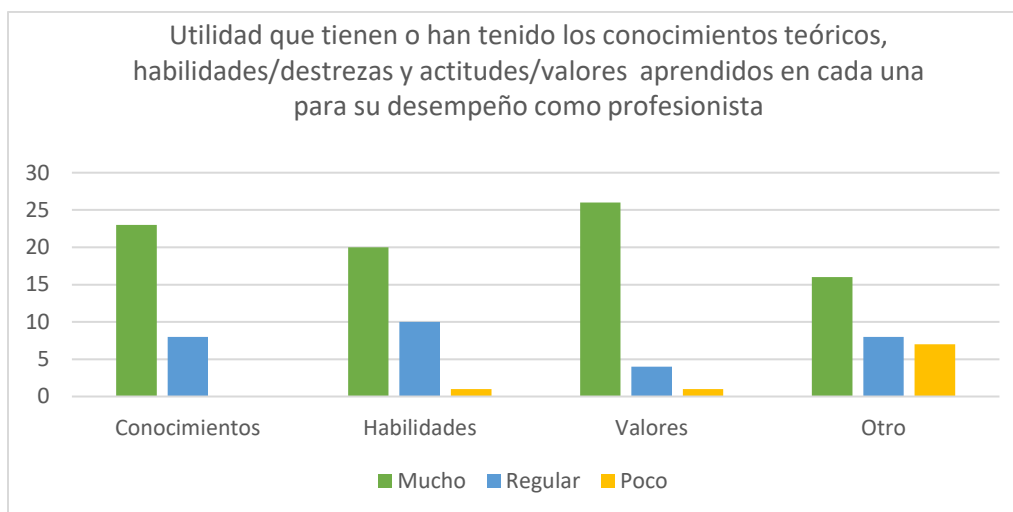
Figura 18. Evaluación de los egresados a los Aspectos propios de la institución.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 19 se observa que más de la mitad de los encuestados, 61 %, respondieron que las experiencias educativas del Área de Formación Básica General facilitaron mucho su aprendizaje en otras materias, por otro lado, el 32 % marcó que su ayuda fue regular y sólo el 7 % indicó poco. Los rubros con mayores porcentajes fueron “valores” con 26 respuestas en “mucho” y conocimientos con 23 respuestas en el mismo apartado y ninguna en “poco”. Por lo que se puede inferir que estas experiencias aportaron conocimientos necesarios para su desempeño escolar.

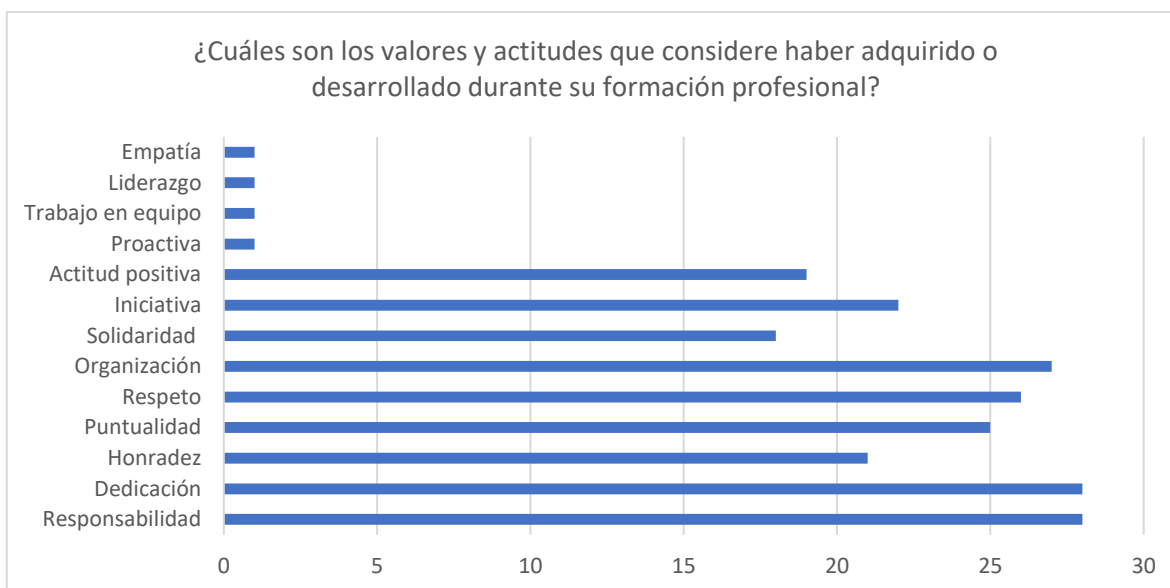
Figura 19. Evaluación de la utilidad que representaron las experiencias educativas del Área de Formación Básica General para el aprendizaje de los egresados.



Fuente: Elaboración propia

Sobre los valores y actitudes adquiridos o desarrollados durante la formación profesional, los más elegidos fueron: responsabilidad, dedicación, organización, respeto, puntualidad e iniciativa (figura 20). De acuerdo con su experiencia profesional, se les pidió que indicaran cuáles eran conocimientos no ofertados que han considerado necesarios para su desempeño laboral. Ellos respondieron: administración; ictiología; patología; comprensión de inglés científico; conocimientos sobre economía, tanto de manera general como en específico de la licenciatura; mayor uso de programas de análisis de datos como RStudio; Etiología y bienestar animal; mayor acercamiento a la química orgánica; mayores conocimientos de física, química y biología en oceanografía; planeación de ingresos; conocimientos sobre legislación ambiental; hacer que las estancias sean obligatorias; prácticas de campo; biotecnología; mayores conocimientos de Excel; biotecnología aplicada a Biología Marina; filosofía de la ciencia; ética; epistemología; bioestadísticas; técnicas de muestreo y análisis; un enfoque más apegado a la sociedad, es decir interacción directa con la sociedad o instituciones relacionadas a la carrera y trato con turistas.

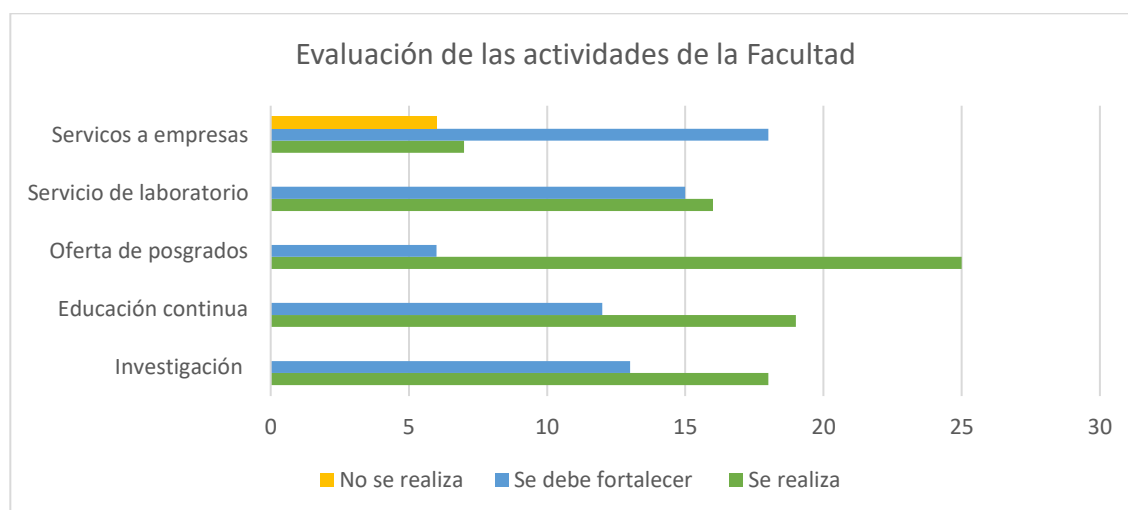
Figura 20. Porcentaje de los valores que los egresados consideran haber adquirido o desarrollado durante su formación profesional.



Fuente: Elaboración propia

Los egresados evaluaron las actividades de la facultad, se cuestionó cuáles se realizan, cuáles deben fortalecerse y cuáles no se realizan, la que más se realiza, en correspondencia con las respuestas, es la oferta de posgrados, seguida por la educación continua, la investigación y el servicio de laboratorio. La única actividad que mencionan que no se realiza es servicios a empresas, de la misma manera es la actividad que más indican que se debe fortalecer y con menos porcentaje en “se realiza”.

Figura 21. Evaluación de las actividades de la facultad.

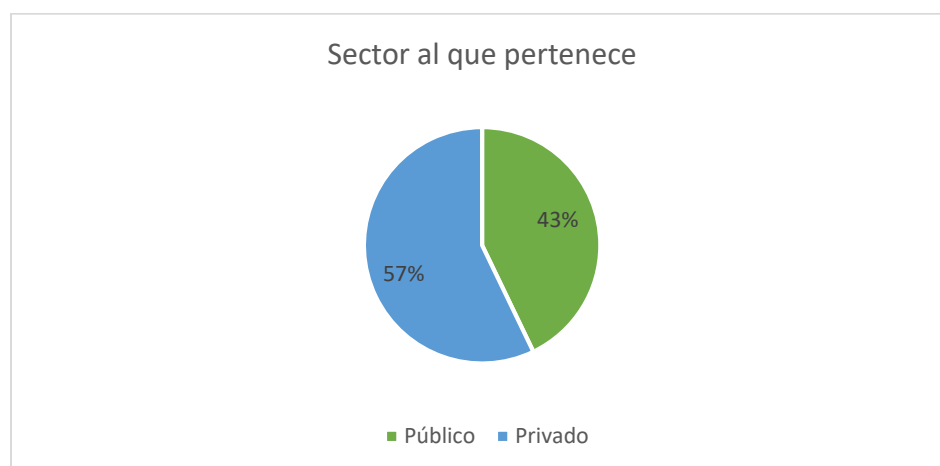


Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Encuesta a empleadores

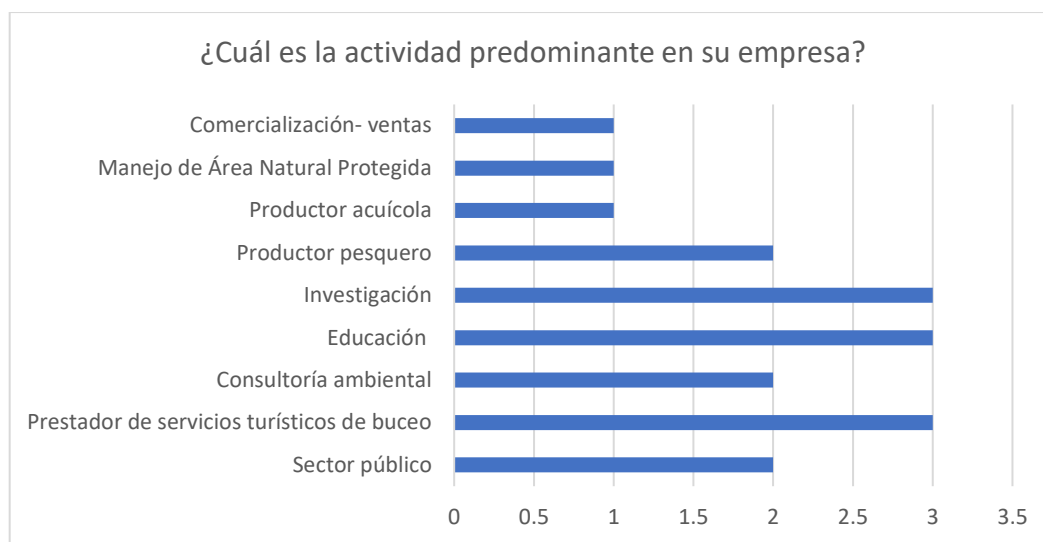
De acuerdo con la encuesta a empleadores, el 43 % trabaja para el sector público y el 57 % para el sector privado (figura 22). Los puestos que ocupan son subdirector, auxiliar ejecutivo, jefe de departamento, coordinador de campo, director, profesor-investigador y director general. Ellos reportan que las actividades predominantes de sus empresas son: investigación, educación y prestador de servicios turísticos de buceo (figura 23).

Figura 22. Sector en el que trabajan los empleadores encuestados.



Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Actividades predominantes en las empresas en las que laboran los empleadores.

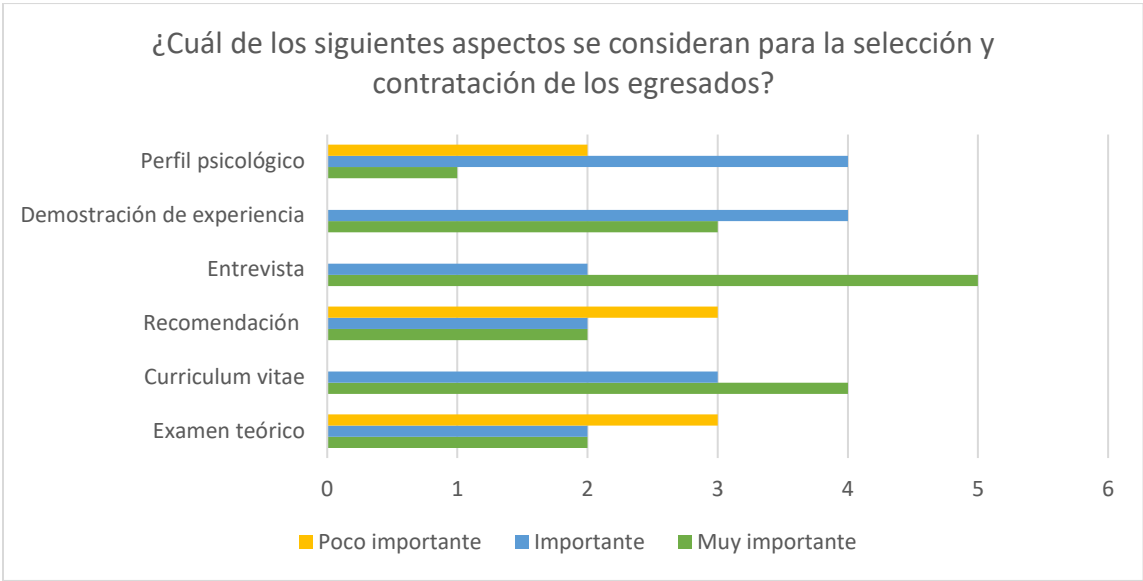


Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la figura 24, los empleadores consideran que los aspectos más importantes para la selección y contratación son la entrevista y el curriculum vitae, seguido de esos califican como importantes el perfil psicológico y la demostración de experiencia. Ellos indican que los egresados de la carrera de biología marina perciben sueldos que varían entre menos de \$10,000 MX y hasta más de \$20,000. La cantidad que menos se repite es más de \$20,000 (figura 25).

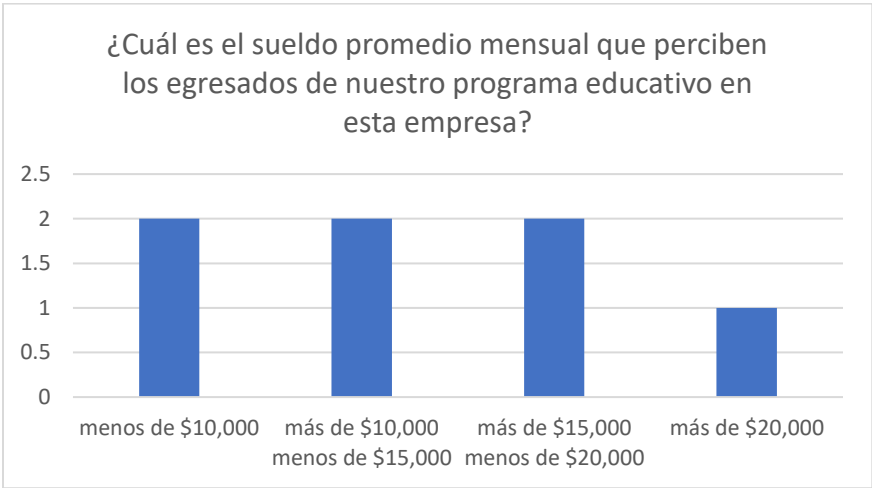


Figura 24. Aspectos a los que los empleadores dan más importancia al contratar biólogos marinos.



Fuente: Elaboración propia

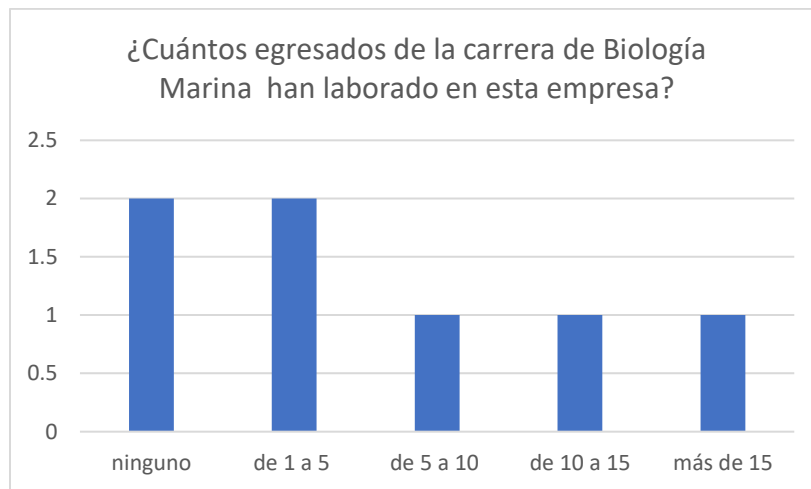
Figura 25. Sueldo promedio mensual que perciben los egresados de la licenciatura en Biología Marina.



Fuente: Elaboración propia

Se les preguntó cuántos egresados de la carrera de biología marina de la UV han laborado en sus centros de trabajo, las respuestas varían entre ninguno y más de 15. Con mayor porcentaje en ninguno y en la opción entre uno y cinco (figura 26).

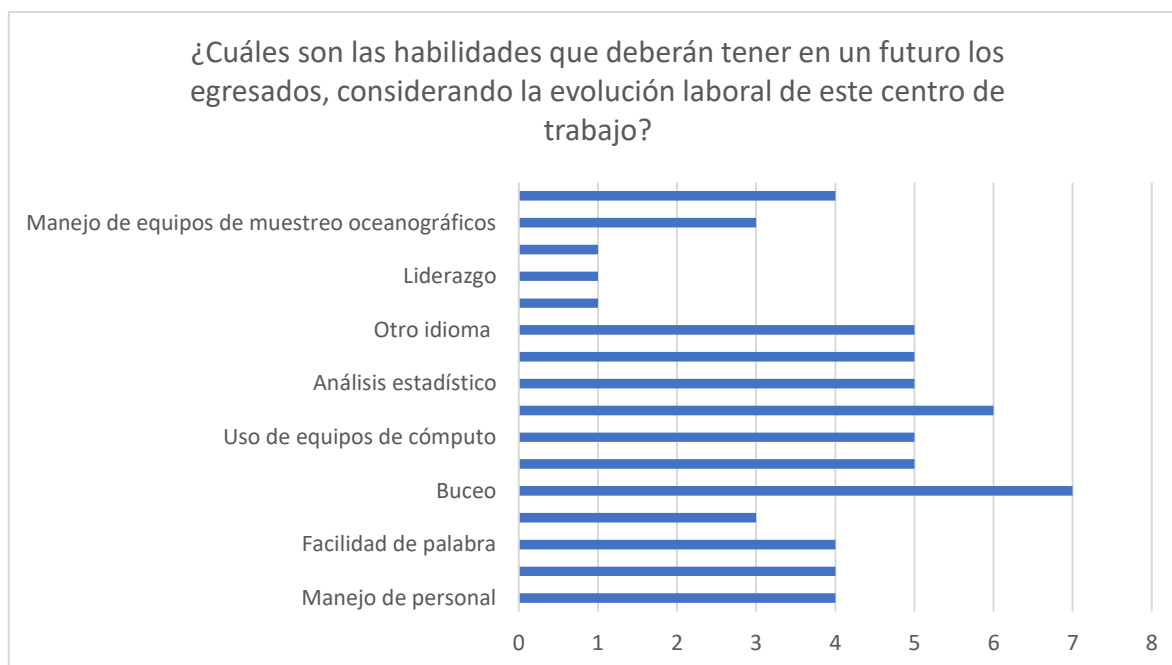
Figura 26. Cantidad de egresados de la carrera de biología marina que han laborado en las empresas de los empleadores.



Fuente: Elaboración propia

Al preguntar sobre las habilidades que los egresados deberán tener en un futuro, considerando la evolución laboral de los centros de trabajo, en la figura 27 la opción por la que más se optó fue buceo, seguida por redacción de reportes, en tercer lugar, con el mismo porcentaje eligieron: otro idioma, conocimiento en legislación y gestión ambiental, análisis estadístico, uso de equipos de cómputo y manejar vehículos terrestres. Las que menos seleccionaron fueron: mayor esfuerzo físico, liderazgo y resolución de conflictos. Si se toma en cuenta la información de las encuestas a los egresados, es notable que su preparación corresponde a las necesidades del mercado laboral, ya que en las respuestas sobre las certificaciones con las que cuentan se repitió buceo en varias ocasiones.

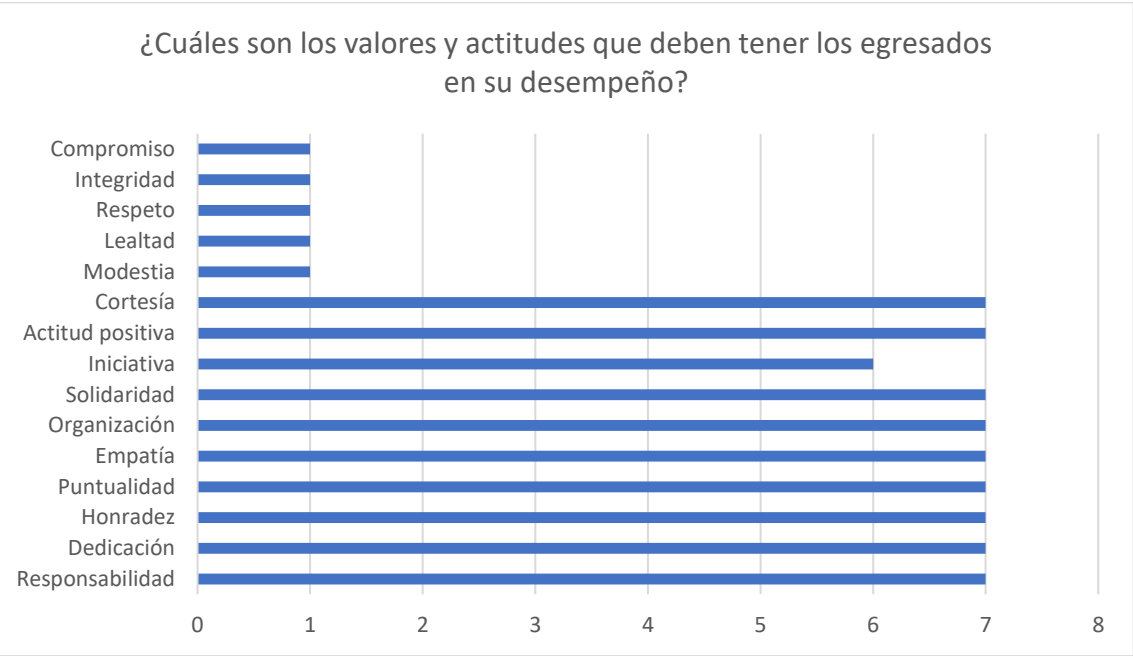
Figura 27. Habilidades que deberán poseer los egresados en el futuro de acuerdo con lo reportado por los empleadores.



Fuente: Elaboración propia

Respecto a los valores y actitudes que deben tener los egresados en su desempeño, los empleadores indicaron con mayor frecuencia: cortesía, actitud positiva, solidaridad, organización, empatía, puntualidad, honradez, dedicación y responsabilidad. Los menos elegidos son: compromiso, integridad, respeto, lealtad y modestia (figura 28).

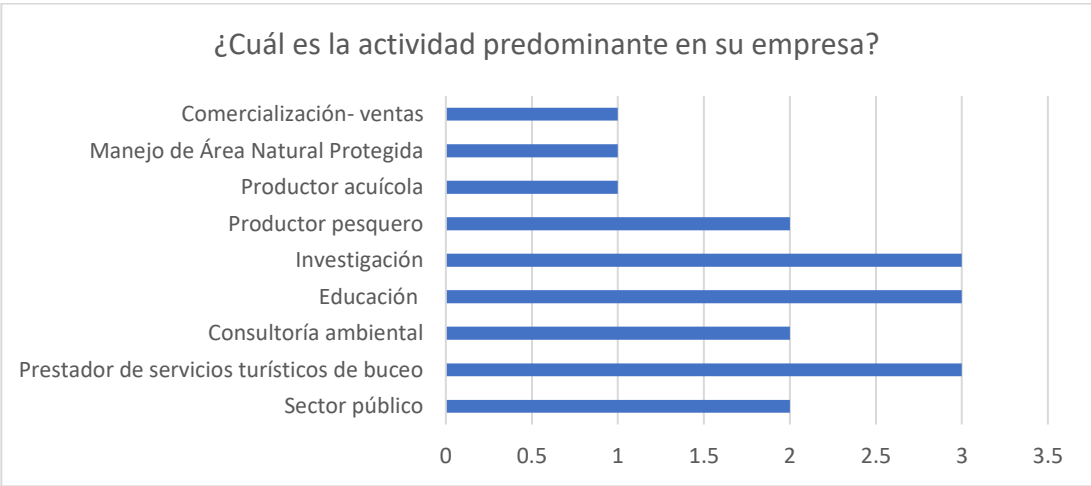
Figura 28. Valores y actitudes que los egresados deben tener de acuerdo con los empleadores.



Fuente: Elaboración propia

Las actividades que reportaron como predominantes en sus empresas fueron investigación, educación y prestador de servicios turísticos de buceo, seguidos por sector público, consultoría ambiental y productor pesquero.

Figura 29. Actividades que predominan más en las empresas de los empleadores.



Fuente: Elaboración propia

### 4.3 Encuesta a expertos

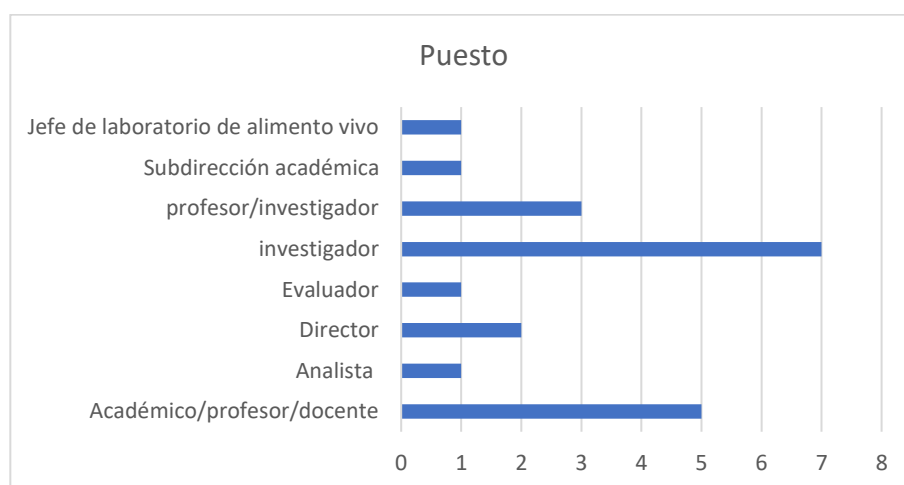
De los expertos encuestados, el 91 % pertenece al sector público y el 9 % al privado, los puestos que ocupan son académico, investigador, subdirección académica, profesor/investigador, jefe de carrera, profesor por horas, jefe de laboratorio de alimento vivo/ participante del programa marea roja, director de instituto, analista administrativo y evaluador (figuras 30 y 31).

Figura 30. Sector en el que laboran los empleadores.



Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Puestos que ocupan los expertos.

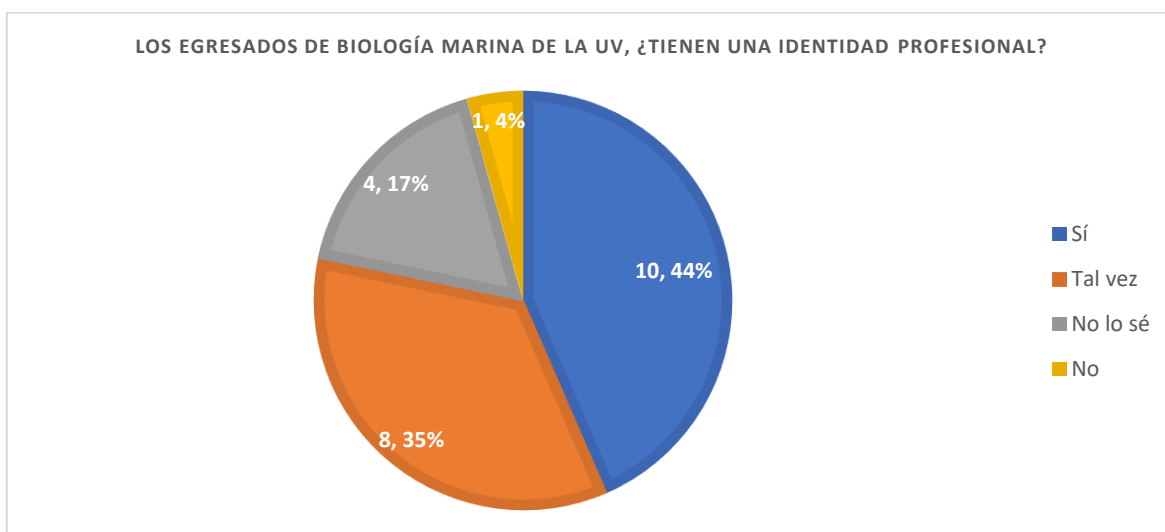


Fuente: Elaboración propia

Se les preguntó a los expertos si los egresados tienen una identidad profesional, en la figura 32, se visualiza que el 44 % respondió que sí, 35 % tal vez,

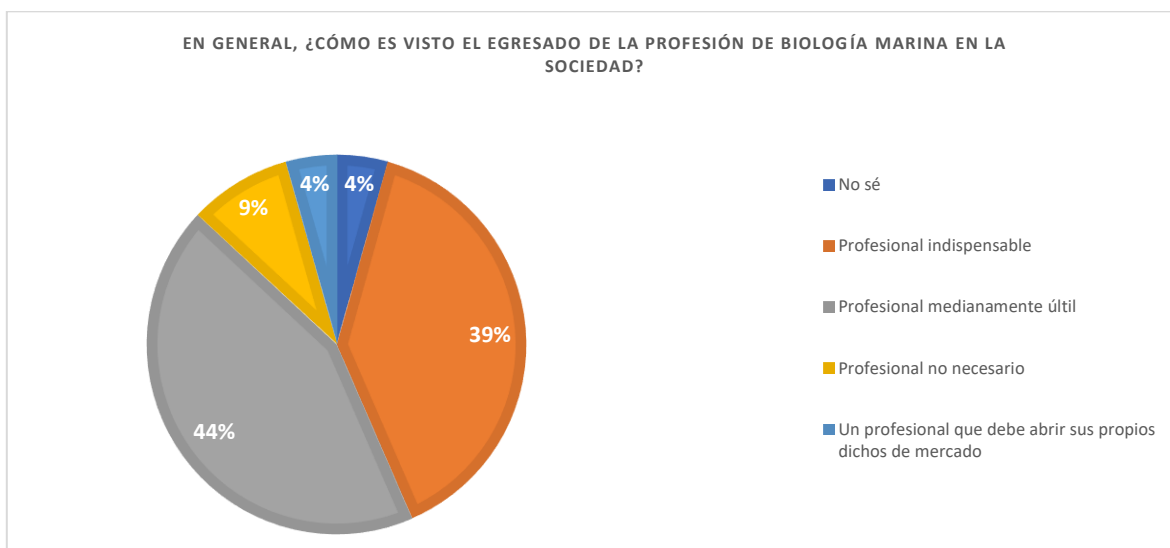
17 % no lo sé y sólo 4 % dijo que no. Se les cuestionó sobre cómo son vistos los biólogos marinos en la sociedad, un 4 % contestó no sé, otro 4 % dijo que son vistos como profesionales que deben abrir sus propios dichos de mercado, un 9 % piensa que, como profesionales no necesarios, un 44 % como profesionales medianamente útiles y el 39 % como profesionales indispensables (figura 33). Si bien existe un porcentaje grande que considera que son vistos como elementos indispensables, la mayoría cree que ante la sociedad son percibidos como personal medianamente útil.

Figura 32. Respuestas de los expertos sobre si los egresados tienen una identidad profesional.



Fuente: Elaboración propia

Figura 33. ¿Cómo son vistos los egresados de Biología Marina?



Fuente: Elaboración propia

Las habilidades que indican deben tener los biólogos marinos son, en cuanto a las habilidades de investigación: búsqueda de información validada, capacidad de observación y análisis para detectar problemas de investigación en temas de biología y ecología marina, planteamiento de proyectos para solución de problemas reales, teniendo en cuenta una visión a largo plazo sobre la problemática en su ámbito de competencia, realizar investigaciones con capacidad de análisis conceptual y estadístico, con un manejo y dominio del tema utilizando el lenguaje técnico siempre desde una visión multi e interdisciplinaria, con la capacidad de integración del pensamiento crítico y con la habilidad de exponer de manera oral y escrita los resultados de la investigación.

Respecto a las habilidades en general, los egresados deben tener: capacidades analíticas y de resolución de problemas, un entendimiento integral de los ecosistemas marinos, conocimientos generales de la biología marina, así como de técnicas de monitoreo y estadística, manejo de base de datos, competencias en inglés tanto oral como escrito (mínimo equivalente a puntaje 400 TOEFL), experiencia en campo, laboratorio y manejo de equipo, habilidad para elaborar documentos técnico-científicos y saber bucear. Habilidades personales: paciencia,

ideales y valores, pensamiento crítico y propositivo, ser capaces de aplicar los conocimientos previamente aprendidos, ser organizados.

Los expertos consideran que las actitudes que debe mostrar un biólogo marino son: buena disposición y capacidad de adaptación para el trabajo individual y en equipo, compañerismo y cooperación, ser propositivo, proactivo y responsable, tener disciplina, constancia, dedicación, compromiso, liderazgo, capacidades organizativas y de ejecución, ética, profesionalismo, mentalidad crítica pero abierta. Además, indican que debe tener motivación por resolver problemas y necesidad de más conocimiento, interés permanente de aprendizaje en temas biológicos y campos relacionados, compromiso consigo mismo y con los demás, así como respeto a compañeros, medio ambiente y organismos vivos, debe estar dispuesto a recibir crítica constructiva, tener confianza en sí mismo, mantenerse actualizados ante los cambios de los ecosistema, así como divulgar y fomentar los valores de los mismos, tener siempre humildad para aprender, asimismo empatía y respeto por el medio ambiente.

Mencionan que las áreas de oportunidad para la mejora profesional de los egresados son: el desarrollo sustentable, la productividad industrial, la obtención de recursos para aplicación de biotecnología sustentable, la escritura de proyectos, crear en ellos mejores capacidades técnicas y tecnológicas, mayores conocimientos sobre peces, cambio climático, recursos renovables, legislación ambiental y producción de alimentos, capacidad de trabajar en equipo, integrar trabajo teórico práctico, desarrollar proyectos de investigación con defensa semestral, incorporar a los semestres a una instancia de investigación en los dos semestre finales, investigación con enfoque de sistemas, crear interés en los alumnos por la costa pesquera debido a lo cerca que se tiene el puerto y el parque nacional arrecifal, mejores destrezas con el uso de inglés, profundización en contenidos temáticos del área de biología marina, habilidades de comprensión lectora y escritura, brindar apoyos para que el alumnado asista a congresos y estancias fuera del estado,



aplicación de estadísticas, conocimiento, incrementar el número de materias para tener una formación más amplia, reubicar ciertas materias, incrementar el número de horas prácticas, implementar más métodos de investigación, impulsar actividades de campo que involucren metodologías para recabar datos y que ayuden a su oportuno seguimiento, promover los intercambios académicos entre universidades de otros países, convenios con otras instituciones de investigación y docencia, Incluir talleres para la preparación de solicitudes de financiamiento; fomentar la creación de empresas; diversificar el panorama laboral para no limitarlo al sector académico.

Las problemáticas laborales a las que se enfrentan los graduados de esta carrera son las pocas oportunidades de empleos relacionados con su perfil y los sueldos bajos que reciben, por lo que prefieren trabajar en ámbitos distintos a su profesión, además opinan que los egresados tienen baja calidad profesional y desconocimiento del mercado profesional.

Sobre las debilidades del programa educativo, mencionan la elaboración de proyectos, la disciplinarietà de algunos cursos, así como la escasa oportunidad que se da a los alumnos para armar su perfil, esto porque las EE optativas no siempre favorecen al perfil profesional que desea construir el estudiante. Varios expertos indican que las debilidades no radican en el diseño, sino en quienes imparten las asignaturas, aunado a esto consideran que algunas materias no están en los semestres correctos, materias como evolución, genética y sistemática deberían, de acuerdo con sus respuestas, estar en semestres anteriores. El plan debe considerar la administración financiera como parte del quehacer profesionalista de los biólogos marinos, e implementar más prácticas de laboratorio y salidas de campo, asimismo debería haber experiencias educativas dirigidas exclusivamente al cambio climático, a los energéticos (hidrocarburos y litio) y a la basura marina (plásticos), también se debería implementar una experiencia educativa sobre ética y moral en la ciencia. De la misma forma, reportan que hace falta una asignatura

sobre redacción de trabajos científicos, una formación más profunda en el área de sistemática, taxonomía y programación, así como especificar y ahondar en los conocimientos de Matemáticas, la introducción de una segunda lengua debería mantenerse por lo menos hasta la mitad de la carrera.

#### **4.4 Ámbito decadente**

Aunque es difícil encontrar ámbitos decadentes en Biología Marina dado que es una disciplina de estudio reciente, es necesario destacar que actualmente para el estudio, sobre todo, de los ecosistemas marinos y costeros, han caído en desuso prácticas que atentaban en contra del bienestar animal, tales como el estudio de mamíferos marinos, con prácticas de manejo inapropiadas que atentaban en contra de la vida de los seres vivos o de su maltrato en afán de conocer procesos anatómicos o fisiológicos.

La sociedad ha tenido conocimientos superficiales y limitados de las necesidades de los animales, de su comportamiento y del conocimiento de sus bases biológicas, lo cual por años ha limitado ofrecer a éstos un trato apropiado, de acuerdo con el rol que juegan en el planeta como parte de un ecosistema. En las tendencias actuales es necesario e impostergable reconocer a los animales como seres sintientes e implementar el bienestar animal en todas las actividades de estudio, investigación y manejo de los mismos.

#### **4.5 Ámbito dominante**

Los entrevistados reportan que las fortalezas del programa educativo son: que es un programa completo y multidisciplinario, que brinda a los alumnos las herramientas básicas necesarias para enfrentarse al área profesional, que las facultades cuentan con docentes preparados para impartir los conocimientos, la diversidad de asignaturas, existe un balance entre las cargas de materias que son obligatorias y las optativas, dando a los estudiantes la oportunidad de profundizar en temas de su interés, la cercanía con la costa, disponer de un instituto de ciencias marinas en la misma ciudad, contar con conocimientos de manejo integral de zonas

costeras, impacto ambiental, ecología de comunidades, ecosistemas marinos, Oceanografía Física y Química, Genética, Flora y Fauna, las bases en Química, Bioestadística y Evolución.

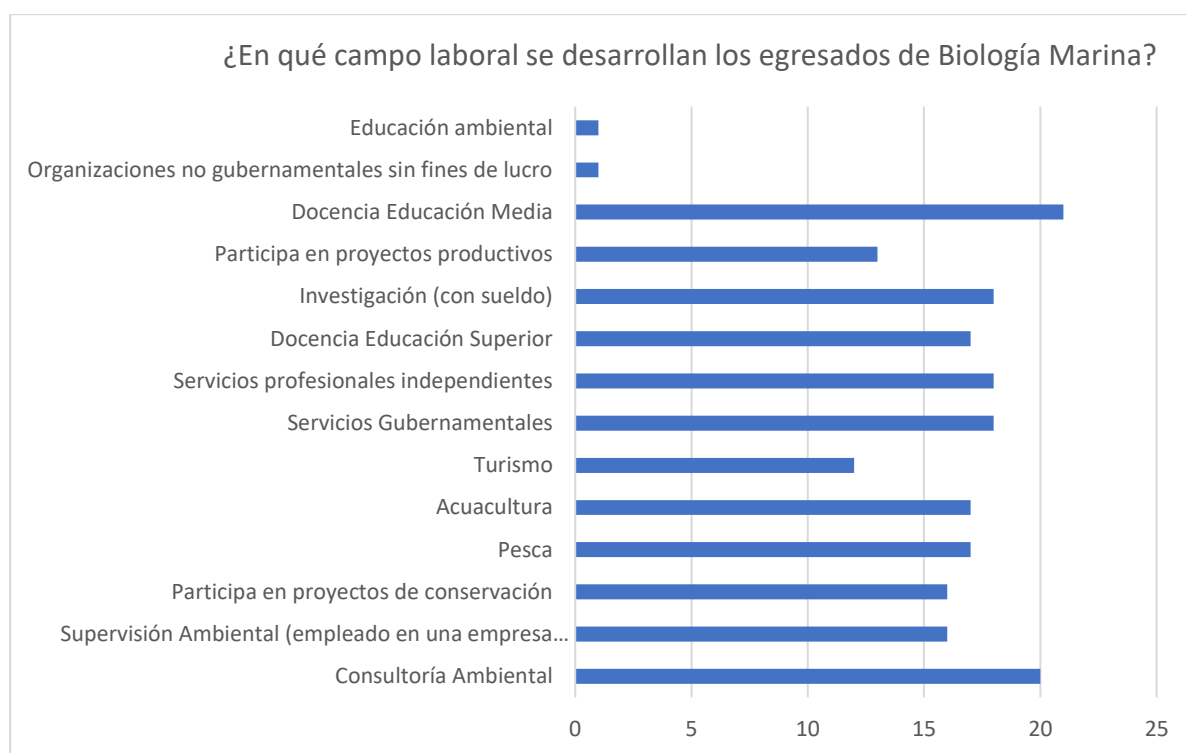
De acuerdo con los expertos, las fortalezas con las que cuentan los egresados de la facultad son que conocen la problemática ambiental y el desarrollo de sustentabilidad que se puede generar, son capaces de realizar investigaciones básicas y aplicadas, y pueden desarrollarse tanto en ámbitos públicos como privados. Además, destacan por su participación, sus conocimientos y la actualización en proyectos de temas marinos, su aproximación multidisciplinaria, la capacidad de trabajar en equipo, y sus habilidades de organización, su buen desempeño en el campo, sus deseos de ser mejores, las competencias que poseen en diagnóstico, investigación y propuestas de soluciones e interés por temas del mar. Aunado a lo anterior, son impulsores de desarrollo marítimo, tienen un perfil de amplio espectro en cuanto a áreas de biología marina, conocimiento práctico generado por su cercanía al mar, visión para la investigación, experiencia en solución de problemas reales, formulación de proyectos, calidad educativa, profesionalismo, conocimientos generales de fauna y estadística, habilidad en el manejo de algunos programas de cómputo, capacidad de sintetizar/integrar información, actitud positiva en su desempeño y una ubicación geográfica privilegiada. En Veracruz de Ignacio de la Llave estamos rodeados de diversidad de ecosistemas costeros (marinos y terrestres) y de un sinfín de traslapes de amenazas y presiones antrópicas, lo que convierte a la zona en un laboratorio complejo con oportunidades para el desarrollo académico.

A nivel laboral, indicaron que el impacto de los egresados en el área de desempeño del biólogo marino es muy amplio y positivo, explican que depende mucho del ámbito en el que se quiera desarrollar el alumno, puede hacerlo en el particular, en el primario, en el educacional, como investigador, en la consultoría ambiental, etc. Por lo que cubren las necesidades de todo un sector. Mencionan

que los graduados de la UV tienen las bases necesarias de conocimiento, se muestran responsables y serios ante su trabajo, son capaces de proponer y apoyar en la toma de decisiones y En la solución de problemas, destacan por su participación activa y decisiva en los procesos de trabajo que desempeñan, así como en su capacidad de divulgación de información.

Actualmente, los licenciados en biología marina se desarrollan en los ámbitos: docencia educación media, consultoría ambiental, servicios gubernamentales, servicios profesionales independientes, investigación (con sueldo), acuacultura, pesca y docencia en educación superior (figura 34).

Figura 34. Campo laboral en el que se desarrollan los egresados de Biología Marina.



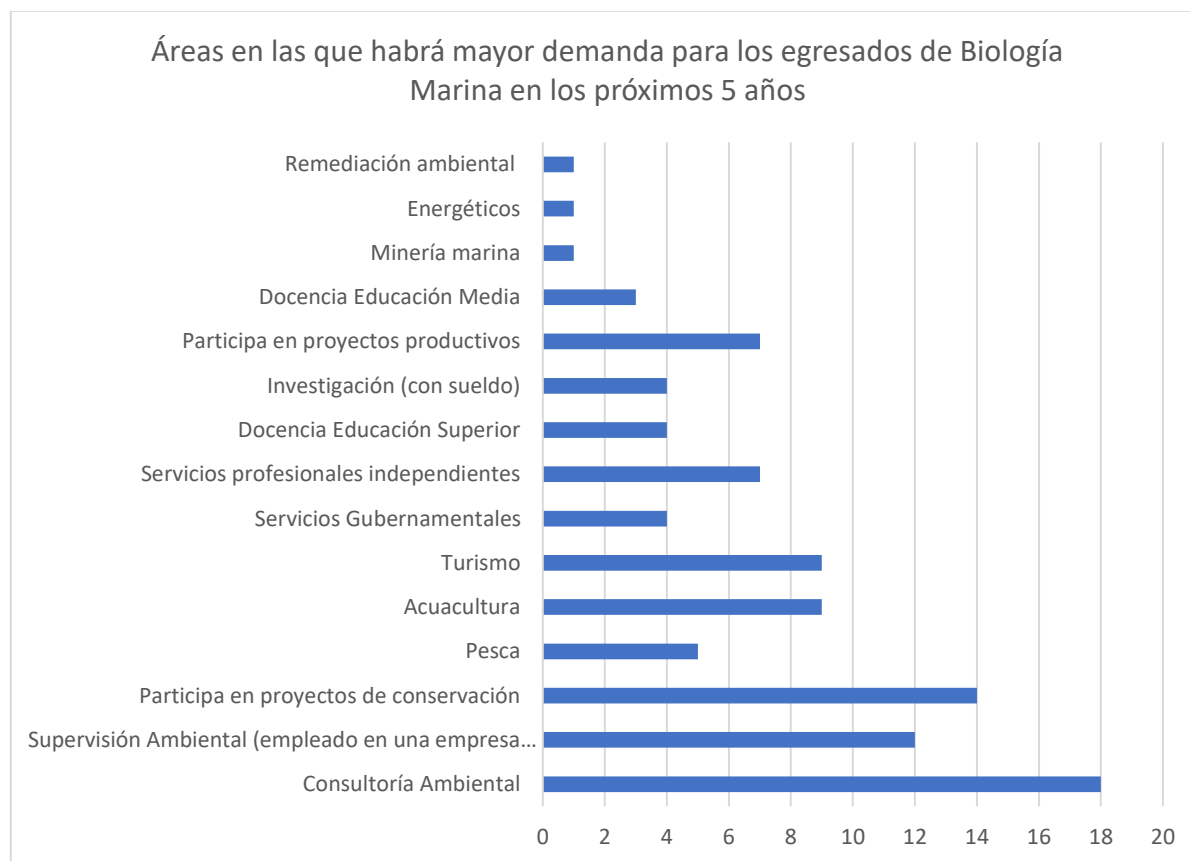
Fuente: Elaboración propia

#### 4.6 Ámbito emergente

Los expertos indicaron que, en los próximos 5 años, habrá mayor demanda de licenciados en biología marina en las siguientes áreas: consultoría ambiental,

participación en proyectos de conservación, supervisión ambiental, turismo, acuicultura, servicios profesionales independientes, participación en proyectos productivos y pesca (figura 35).

Figura 35. Áreas en las que los expertos mencionan que habrá mayor demanda para los egresados de Biología Marina en los próximos 5 años.



Fuente: Elaboración propia

También mencionan que, de acuerdo con el campo laboral, los conocimientos que deberían incluirse en el plan de estudios son: administración de negocios, gestión empresarial, taller de investigación, integración de productos técnicos y científicos, técnicas de investigación socioambiental, uso de sensores en oceanografía, ictiología, planes de manejo con enfoque de cuenca, buceo científico, taxonomía y sistemática, derecho ambiental, biología de “protistas”, área terminal en oceanografía-biológica, productividad primaria y secundaria, fitoplancton y zooplancton, climatología, meteorología, estadística avanzada, seguridad laboral en campo y gabinete, evaluación de proyectos, relaciones humanas, gestión

administrativa, conocimientos de usos y costumbres tradicionales e idiomas nativos, sistemática y taxonomía a niveles avanzados, conocimiento en temas de contaminación, modelación biológica, Matemáticas y computación avanzada, comunicación de la ciencia, programación y manejo de medios audiovisuales.

## 5. Análisis de opciones profesionales afines

El presente apartado brinda un panorama de las distintas opciones profesionales afines a la Licenciatura de Biología Marina a nivel regional, nacional e internacional.

### 5.1 Marco Regional

Para el marco regional se realizó un análisis de datos a partir del anuario estadístico publicado por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES, 2020-2021). Los atributos de los programas educativos (PE) se complementaron con la información pública de los portales de cada institución.

En el ámbito regional existen dos Instituciones que ofrecen programas educativos de Biología Marina y opciones afines, la Universidad Veracruzana en la región de Tuxpan y Veracruz, este programa educativo se enfoca en los últimos semestres a la ecología de comunidades y de poblaciones marinas. Por otra parte, en el Instituto Tecnológico de Boca del Río se ofrece una Ingeniería en Acuicultura que, en los semestre finales, está enfocada a la enseñanza de la biotecnología de peces, moluscos y crustáceos. Este tecnológico también ofrece una Licenciatura en Biología Marina enfocada en la ecología de ambientes marinos y en la dinámica costera y oceánica. Las carreras tienen una duración de entre 4 y 6 años. En el cuadro también se puede observar el número de matriculados por cada carrera (tabla 14).

Tabla 14. Programas que se encuentran en el estado de Veracruz relacionados con Biología Marina.

Programa Educativo	Institución	Matrícula	Duración	Enfoque terminal
--------------------	-------------	-----------	----------	------------------

Biología Marina	Universidad Veracruzana	352	4.5-5.5 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecología de comunidades y ecosistemas marinos</li> <li>• Ecología de poblaciones marinas</li> </ul>
Biología Marina	Instituto Tecnológico Boca del Río	291	4.5 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecología de Ambientes Marinos</li> <li>• Dinámica Oceánica y Costera</li> </ul>
Ingeniería en Acuicultura	Instituto Tecnológico de Boca del Río	65	4.5 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotecnología de peces marinos</li> <li>• Biotecnología de moluscos</li> <li>• Biotecnología de crustáceos</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

A nivel regional, existe una especialización a nivel de maestría relacionada con opciones profesionales afines a la Biología Marina en la cual los interesados en especializarse en ciencias del mar pueden seguir su formación si cuentan con un área profesional en las ciencias biológicas o ciencias exactas. La maestría se llama Manejo de ecosistemas marinos y costeros y se encuentra en la ciudad de Poza Rica, por lo que hay una posibilidad de especialización de posgrado en el estado una vez concluida la licenciatura de Biología Marina.

## 5.2 Marco Nacional

Para la realización del marco nacional, se llevó a cabo un análisis de la oferta de carreras afines a la Licenciatura de Biología Marina reportadas en el anuario estadístico elaborado por ANUIES con datos de la SEP (2020 y 2021), así como de la página de la Asociación Nacional de Profesionistas del Mar (ANPROMAR). La información anterior fue complementada con información pública de los portales de cada institución. Se llevó a cabo una revisión de 343 programas educativos y se encontraron un total de 20 licenciaturas y 13 Ingeniarías, un total de 33 carreras afines a Biología Marina (tabla 15). Estas opciones profesionales cuentan con 5631

estudiantes matriculados y se encuentran distribuidos a lo largo de los siguientes estados de la República Mexicana: Yucatán, Baja California, Baja California Sur, Oaxaca, Jalisco, Tabasco, Chiapas, Campeche, Sinaloa, Sonora, Puebla, Nayarit, Veracruz, Jalisco y Ciudad de México. A continuación, se puede observar con detalle el nombre de todas las carreras analizadas, su estado de certificación y la Universidad a la que pertenecen.

Tabla 15. Licenciaturas en Ingenierías que existen en el país y que son afines a la Licenciatura de Biología Marina en el país y sus tipos de acreditación.

Nombre de la Licenciatura		Acreditación	Universidad
• Licenciatura en Biotecnología Acuicultura	en en	Anpromar/ Internacional 2022	Universidad Autónoma de Baja California
• Licenciatura en Oceanología	en	Anpromar/ 2018	Universidad Autónoma de Baja California
• Licenciatura en Biología Marina	en	Anpromar/reactreditado 2023	Universidad Autónoma de Yucatán
• Licenciatura en Manejo Sustentable en Zonas Costeras		En proceso	Universidad Autónoma de México unidad Yucatán
• Licenciatura en Biología Marina	en	Anpromar/2024	Universidad Autónoma del Carmen, Campeche
• Licenciatura en Biología Marina y Manejo de Cuencas	en	Anpromar/2020	Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
• Ingeniería en Sistemas Costeros		Anpromar/en proceso	Universidad Autónoma de Chiapas, Chiapas
• Licenciatura en Oceanología	en	Oaxaca	Universidad del Mar, Oaxaca
• Licenciatura en Biología Marina	en	Anpromar/2010	Universidad del Mar, Oaxaca
• Licenciatura en Biología Marina	en	Anpromar/Internacional 2023	Universidad Autónoma de Baja California Sur
• Bioingeniería en Acuicultura	en	Sin acreditación	Universidad Autónoma de Baja California Sur
• Ingeniería en Pesquerías	en	Sin acreditación	Universidad Autónoma de Baja California Sur
• Ingeniería en Acuicultura	en	Sin acreditación	Instituto tecnológico de Lerma, Estado de México
• Licenciatura en Biología Marina	en	Anpromar/ Reactreditación 2023	Instituto tecnológico de Boca del Río



• Ingeniería Acuicultura	en	Anpromar/Reacreditación 2021	Instituto tecnológico de Boca del Río
• Licenciatura Biología Marina	en	Anpromar/2020	Universidad Veracruzana
• Ingeniería Acuicultura	en	Anpromar/2019	Universidad Autónoma de Tabasco/División Académica Multidisciplinaria de los ríos
• Ingeniería Acuicultura	en	Anpromar/2019	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco DACA
• Ingeniería Pesquerías	en	Sin acreditar	Instituto tecnológico superior de Centla, Tabasco
• Ingeniería Acuícola		En proceso	Universidad Tecnológica del Mar de Tamaulipas, Bicentenario
• Licenciatura Ingeniería Hidrológica	en	Ciudad de México	Universidad Autónoma Metropolitana
• Licenciatura Biología pesquera	en	Sinaloa	Universidad Autónoma de Sinaloa
• Licenciatura Oceanología	en	Anpromar/reacreditado 2023	Universidad Autónoma de Colima
• Ingeniería Oceánica		Colima	Universidad Autónoma de Colima
• Licenciatura en Gestión de Recursos Marinos y Portuarios		Colima	Universidad Autónoma de Colima
• Licenciatura Biología Marina	en	Jalisco	Universidad Autónoma de Jalisco
• Ingeniería Pesquera		Nayarit	Universidad Autónoma de Nayarit
• Ingeniería Acuícola		Nayarit	Universidad Autónoma de Nayarit
• Ingeniería Pesquerías	en	Anpromar/reacreditado 2024	Instituto tecnológico de Mazatlán, Sinaloa
• Licenciatura en Biólogo acuicultor		Anpromar/2017	Universidad Autónoma de Sinaloa
• Licenciatura Biología Pesquera	en	Anpromar/2017	Universidad Autónoma de Sinaloa
• Licenciatura en Gestión de Zonas Costeras		Sin Acreditación	Universidad Autónoma de Sinaloa
• Licenciatura Ingeniería Acuicultura	en en	En proceso	Instituto Tecnológico Superior de Tlaltlauquiepec, Puebla

Fuente: Elaboración propia

A partir de estos datos se encontraron ocho principales enfoques pedagógicos y disciplinarios dentro de las 33 carreras afines analizadas (tabla 16).

- Las tres Licenciaturas en Oceanología existentes en el país (ubicadas en Baja California, Oaxaca y Colima) están centradas a la enseñanza de un conjunto de disciplinas científicas y técnicas relativas al estudio de los procesos fisicoquímicos de los océanos, sus materias terminales buscan dar a sus alumnos un entendimiento del comportamiento de los océanos, y entender de manera precisa cómo estos se ven afectados por la contaminación. Estas carreras imparten materias centradas en la utilización de los recursos oceánicos de manera sustentable. Ofrecen un enfoque terminal con énfasis en la contaminación marítima y el procesamiento de datos oceanográficos. Estas ofertas educativas promueven el interés en modelar la dinámica de los procesos y fenómenos naturales, así como los impactos relacionados a la actividad humana para proponer medidas de aprovechamiento sustentable de los recursos.
- Un segundo enfoque encontrado es el que se centra en el manejo de cuencas hidrográficas, en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas con la Licenciatura de biología marina y manejo de cuencas. Esta licenciatura tiene un interés por la enseñanza de la administración, investigación, análisis, diagnóstico y ejecución de medidas multidisciplinarias dentro de una cuenca hidrográfica de un cuerpo de agua, ya sea de agua dulce o salada. El enfoque a nivel de cuenca ayuda a delimitar un territorio y hacer un diagnóstico hidrográfico a nivel de paisaje.
- Las ofertas educativas con enfoque pesquero y acuícola ofrecen experiencias educativas que consolidan el estudio y la exploración del grupo a actividades asociadas a la extracción, mantenimiento, innovación, embalado, repartición, manejo, mercadeo y cultivo de especies hidrobiológicas, ya sean de agua dulce o del mar. Preparan al estudiante para trabajar en empresas productivas o de desarrollo económico pesquero, en centros de investigación científico tecnológica, o empresas acuaculturales

e industriales. También en el ámbito profesional los alumnos pueden desenvolverse a bordo de embarcaciones o dentro de las áreas de trabajo de administración, mantenimiento y control de calidad. El sector industrial pesquero, trátase de empresas privadas o cooperativas, tanto en plantas como en flotas.

- Por otra parte, la ingeniería en hidrología está enfocada a formar profesionales para que puedan trabajar en dependencias públicas o empresas paraestatales relacionadas con el uso y aprovechamiento del agua en el ámbito federal, estatal y municipal, en compañías de consultoría, organismos operadores del agua y organizaciones no gubernamentales. Los egresados de estas carreras pueden participar en el desarrollo de proyectos de servicios y de investigación que llevan a cabo las universidades y las instituciones de educación superior. Al finalizar estas ingenierías los profesionistas pueden utilizar los conceptos y técnicas de la ciencia aplicada a los diferentes campos que conforman la ingeniería hidrológica. Como lo son, proponer y aplicar criterios y estrategias para la evaluación de la naturaleza y magnitud de los problemas (operaciones básicas de procesamiento, del diseño de procesos y del análisis económico), así como líneas de acción para su resolución de problemas hidrológicos.
- Las licenciaturas en biología marina tienen ofertas educativas relacionadas con un conjunto de disciplinas que se relacionan con el estudio de la vida marina y de los ecosistemas marinos. El enfoque terminal de estas carreras está relacionado con integrar el conocimiento de forma integral, para abordar el estudio de organismos y procesos marinos que permita el aprendizaje continuo con calidad humana y socialmente responsable con el fin de que proponga soluciones a los problemas relacionados con la diversidad biológica y el uso de la producción de bienes y servicios ligados a los ambientes marinos.

- La licenciatura de Gestión de Recursos Marinos y Portuarios se distingue de las propuestas anteriores por proponer una formación integral, con una visión científica y también técnica a nivel de recursos portuarios, donde el profesionista tendrá las habilidades para administrar los recursos marinos, costeros y portuarios de forma sustentable.
- La licenciatura en Biotecnología y Bioingeniería en acuicultura dirige sus programas educativos a la producción en granjas acuícolas aplicando los conocimientos de tecnologías existentes y de la administración organizacional para responder a los retos de producción y explotación potencial acuícola del país. De manera que los estudiantes puedan implementar tecnologías de cultivo para la producción de especies de importancia comercial, creando nuevas tecnologías y adaptando las existentes a las necesidades socioeconómicas, cuidando la sustentabilidad del entorno.
- Existen otros dos enfoques a nivel de manejo costero, son dos licenciaturas que se centran en el manejo integral de las zonas costeras, y en el estudio estructural y funcional de los ecosistemas costeros y el desarrollo de técnicas de evaluación y planificación ambiental. Además de entender los cambios legislativos relacionados con la protección del medio ambiente para sujetarse a los reglamentos y a las actividades productivas en la zona costera.

Tabla 16. Oferta educativa afín a Biología Marina y las materias ofertadas en los últimos semestres donde se puede ver el enfoque terminal que tiene cada carrera.

Nombre de la Licenciatura	Materias ofertadas en los últimos semestres
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Licenciatura en Biotecnología en Acuicultura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutrición acuícola</li> <li>• Administración de empresas acuícolas</li> <li>• Sanidad e inocuidad acuícola</li> <li>• Genética acuícola</li> <li>• Procesamiento de productos acuáticos</li> <li>• Desarrollo de pequeñas y medianas empresas</li> </ul>

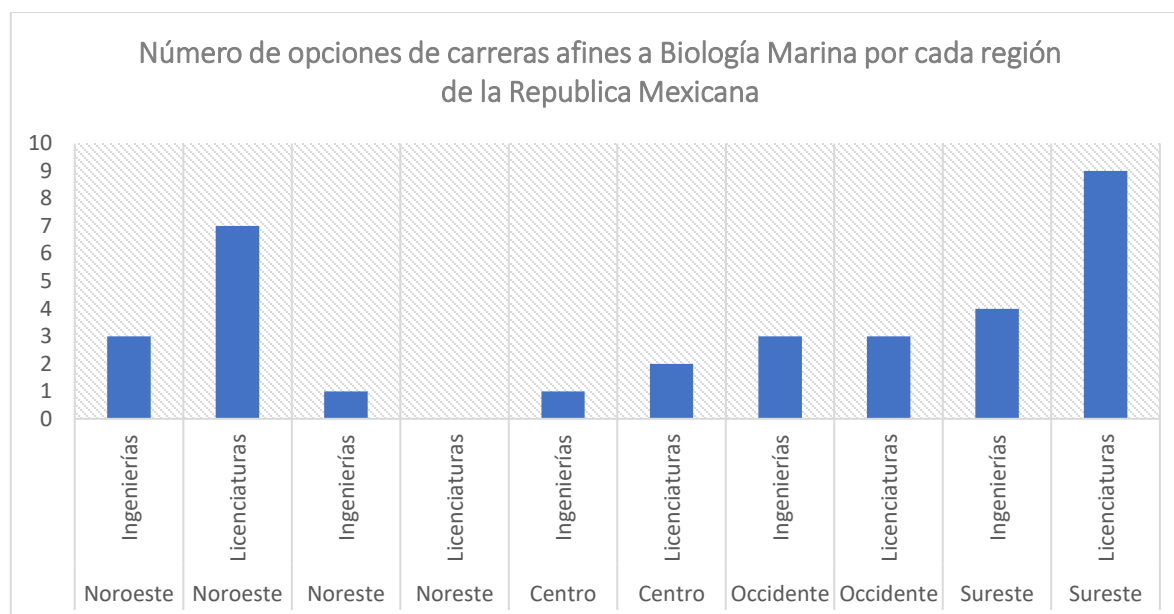
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patología de organismos acuáticos</li> <li>• Planes de negocios en acuicultura</li> <li>• Diagnóstico de enfermedades</li> <li>• Ingeniería de proyectos acuícolas</li> </ul>
Licenciatura en Oceanología	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo marítimo de ecosistemas costeros</li> <li>• Planeación estratégica de proyectos, Contaminación marina y ecotoxicología</li> <li>• Procesamiento de datos oceanográficos</li> <li>• Oceanografía de mares de México</li> <li>• Oceanografía biológica avanzada</li> <li>• Dinámica del océano</li> <li>• Contaminación oceánica</li> </ul>
Licenciatura en Biología Marina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientación biotecnología</li> <li>• Manejo de recursos marinos</li> <li>• Manejo costero e impacto ambiental</li> <li>• Ecología marina</li> <li>• Aprovechamiento de recursos marinos</li> <li>• Manejo integral de la zona costera</li> </ul>
Licenciatura en Biología Marina y Manejo de Cuencas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restauración ecológica</li> <li>• Formación empresarial</li> <li>• Sistemas de información geográfica</li> <li>• Ética profesional</li> <li>• Tecnología de productos pesqueros</li> <li>• Estrategias de manejo de cuencas</li> </ul>
Ingeniería en Sistemas Costeros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alternativas biotecnológicas en zonas costeras</li> <li>• Control de calidad</li> <li>• Ingeniería marítima</li> <li>• Formulación y evaluación de proyectos</li> <li>• Ecotoxicología acuática</li> <li>• Monitoreo de las condiciones en las zonas costeras</li> <li>• Evaluación del impacto</li> </ul>
Ingeniería en Pesquerías	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maquinaria pesquera</li> <li>• Construcción de sistemas de pesca</li> <li>• Manejo de fibra de vidrio</li> <li>• Materiales pesqueros</li> <li>• Recursos bióticos</li> <li>• Acuicultura experimental</li> <li>• Análisis de suelos</li> <li>• Hidrológica</li> </ul>
Licenciatura en Ingeniería Hidrológica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo del recurso del agua</li> <li>• Análisis de sistemas en recursos hidráulicos</li> <li>• Medición hidrológica e hidráulica</li> </ul>
Licenciatura en Biología Pesquera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de recursos pesqueros</li> <li>• Economía pesquera</li> <li>• Formulación y evaluación de proyectos de inversión</li> <li>• Administración de empresas pesqueras</li> </ul>

Ingeniería Oceánica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de estructuras de concreto reforzado</li> <li>• Organización y administración de empresas constructoras</li> <li>• Construcción de estructuras marítimas fuera de la costa</li> </ul>
Licenciatura en Gestión de Recursos Marinos y Portuarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto y calidad ambiental</li> <li>• Gestión portuaria</li> <li>• Normatividad ambiental</li> <li>• Desarrollo portuario</li> <li>• Gestión portuaria</li> </ul>
Ingeniería Acuícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultivo de crustáceos</li> <li>• Diseño de sistemas acuícolas</li> <li>• Nutrición acuícola</li> <li>• Mejoramiento genético</li> <li>• Biología de crustáceos cultivo de especies exóticas “acuarismo”</li> <li>• Reproducción de organismos acuícolas</li> </ul>
Licenciatura en Gestión de Zonas Costeras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación de espacios naturales</li> <li>• Formulación y evaluación de proyectos ambientales</li> <li>• Gestión de espacios naturales</li> <li>• Formulación de Proyectos de Manejo Integrado de la zona -costera</li> <li>• Cambio climático</li> <li>• Biotecnología ambiental</li> <li>• Ecología Costera</li> </ul>
Licenciatura en Manejo Sustentable en Zonas Costeras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnicas de evaluación y planificación ambiental</li> <li>• Estructura de los ecosistemas costeros</li> <li>• Manejo integral de ecosistemas costeros</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Figura 36. Número de Licenciaturas e Ingenierías con una oferta educativa afín a la carrera de Biología Marina en el país. La división de las regiones corresponde a los siguientes estados de la República: Noroeste (Baja California, Baja California Sur, Sinaloa y Sonora), Noreste (San luis Potosí y Tamaulipas, Nuevo León), Centro (Ciudad de México, Estado de México Guerrero, Puebla, Hidalgo, Tlaxcala), Occidente (Colima,

Aguas Calientes, Guanajuato, Jalisco, Nayarit) y Sureste (Chiapas, Campeche, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán).



Fuente: Elaboración propia

El 36 % de la oferta académica afín a Biología Marina del país corresponde a un plan académico en con un título de ingeniería y el 64 % corresponde a una oferta en la modalidad de licenciatura. El mayor número de ofertas educativas en el país relacionadas con Biología Marina se encuentra en el Sureste del país, sumando un total de 13 ofertas educativas, lo que constituye el 39 % de la oferta educativa total del país en estos temas. El Sureste mexicano es una de las regiones con la mayor extensión de litoral dentro de la República. La segunda región con mayor oferta educativa con carreras afines a la Biología Marina la encontramos en el Noroeste del país, en el cual se concentran 10 de las 33 ofertas educativas existentes constituyendo el 30 % de la oferta educativa disponible (figura 38).

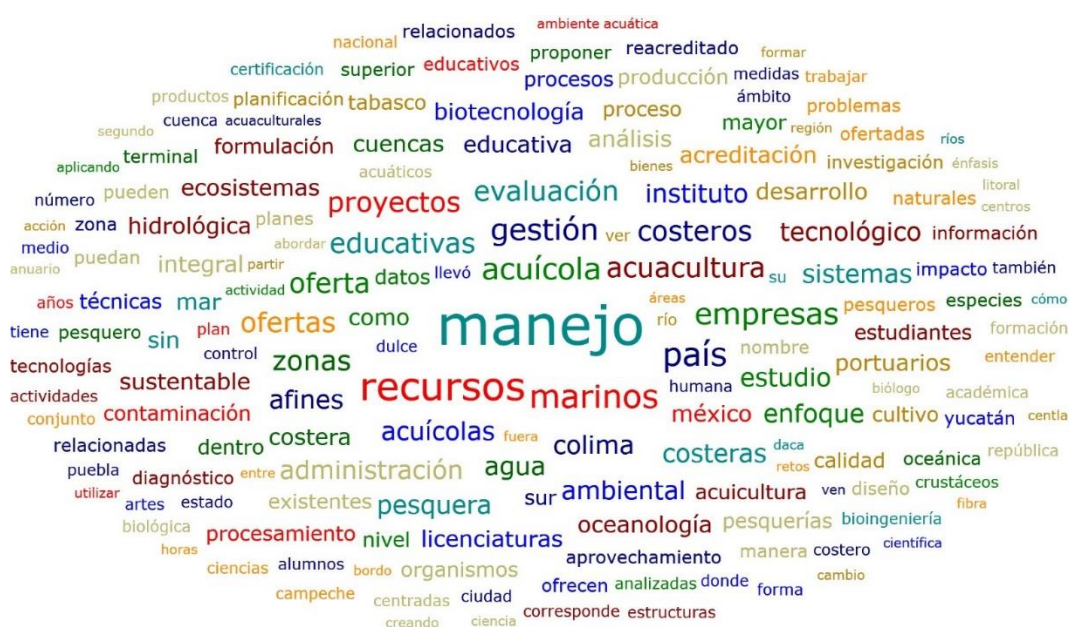
El 100% de los planes de estudio que ofrecen las carreras afines a Biología Marina son flexibles, y sólo 3 de las 33 ofertas presentan un plan que incluye materias con movilidad educativa para los estudiantes. Las carreras tienen un rango de 38 a 48 materias obligatorias para cursar en un periodo de 4 años a 4 años y medio. Entre el 71 y el 81 % de las materias ofertadas en los planes educativos están contruidos con materias teórico-prácticas, lo que permite que los estudiantes

puedan poner en práctica un mayor número de horas los aspectos teóricos de cada materia.

### 5.2.1 Análisis del discurso de los programas de biología marina nacional

Se obtuvieron los siguientes resultados al realizar un análisis de las palabras más utilizadas al describir los planes educativos de las universidades afines a Biología Marina en el ámbito nacional (figura 39). La palabra que más se encontró fue <manejo>, seguida de la palabra <recursos>, <gestión> y <marinos>. Lo que nos muestras que a nivel nacional los programas de biología marina tienen un interés especial en el manejo y la gestión de los recursos marinos.

Figura 37. Nube de palabras programada con Atlas.ti que muestra la frecuencia de aparición de las palabras con mayor repetición en la descripción de los programas de biología marina y programas afines a nivel nacional.



Fuente: Elaboración propia

Las siguientes cuatro palabras con mayor frecuencia son: <acuícola>, <acuicultura>, <empresas> y <sistemas>. Por lo que los intereses a nivel nacional de la oferta educativa también se centran en generar saberes acuícolas, y de esta manera llevar a cabo la gestión de empresas en el ámbito de los sistemas marinos.



### **5.3 Internacional**

Para el caso del marco internacional, se consideró como muestra el listado de Instituciones de Educación Superior (IES) internacionales registradas en Universia<sup>1</sup> y registradas en el ranking internacional 2022 publicado por un organismo internacional acreditador. Al mismo tiempo se realizó la revisión en línea de las IES y se identificaron las características de los PE que corresponden a las mejores opciones profesionales afines que se encuentran en el mejor ranking de universidades que ofrecen la carrera de Biología Marina o alguna especialización en el tema. Se realizó la compilación y análisis por regiones: Latinoamérica, Estados Unidos y Europa.

#### **5.3.1 Latinoamérica**

Los programas de Biología Marina en Latinoamérica tienen una duración que puede ser de 4 a los 8 años de estudios, ofreciendo la Licenciatura de Biología Marina con mayor carga académica la Universidad pública de Pernambuco, Brasil seguida por una Universidad privada de Valparaíso, en Chile. El número total de experiencias educativas totales varía entre 34 y 62 en cada uno de los programas analizados. Algunas universidades latinoamericanas que fueron revisadas tienen una base de formación de Licenciatura en Biología y ofrecen una especialización de posgrado en Biología Marina en sus centros de investigación.

De las ocho ofertas educativas estudiadas para Latinoamérica, se pueden observar tendencias similares en cuanto al enfoque de investigación y el interés por la búsqueda de la conservación y el manejo sustentable de los recursos naturales (Tabla).

El enfoque de la carrera de Ciencias de la atmósfera y Oceanografía de la Universidad de Buenos Aires involucra el estudio de intercambio de energía del océano y de su química. Al centrarse en la oceanografía, esta oferta educativa da lugar a la creación de vínculos de saberes de diferentes áreas científicas para desarrollar un conocimiento más amplio acerca del mar y diferentes dimensiones, ya que buscan una visión integral de todos los parámetros fisicoquímicos y

socioeconómicos. Al estudiar al océano consideran su potencial socio económico en gran parte de este programa educativo. Un oceanógrafo que quiera estudiar en esta Universidad tendrá acceso a una gran variedad de disciplinas de ciencia básica, ya que el plan de estudios se enfoca mucho en ofertar una matrícula enfocada a la química, la física y a la bioquímica para que los estudiantes puedan dar respuesta a problemas concretos relacionados con la fisicoquímica del océano. La Licenciatura en Ciencias Oceanográficas en este lugar es una carrera nueva que genera conocimiento de los océanos a través de materias como física, química, matemática, estadística, para más tarde implementar materias más especializadas, como la dinámica, circulación general, mareas, su orientación y su oceanografía física. Una de las principales salidas laborales de esta Universidad es la investigación, que se desarrolla más que nada en instituciones y organismos estatales. Muchos oceanógrafos salidos de esta carrera trabajan en el Centro de Investigación del Mar y la Atmósfera, en el Centro Nacional Patagónico o en el Servicio de Hidrografía Naval. los oceanógrafos realizan, también, investigación aplicada en temas de pesca, en compañías petroleras y en consultoras ambientales.

A diferencia de lo joven que es la carrera de Oceanografía en la Universidad de Buenos Aires, el programa de Biología Marina en Colombia se destaca por ser pionero en el diseño e implementación del estudio de las Ciencias del Mar. Cuenta con más de 50 años de trayectoria investigando y comprendiendo los fenómenos relacionados con la vida en el mar, la flora y la fauna marina y la relación de estos con su medio. Los egresados del programa de Biología Marina de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano saldrán de esta universidad con un enfoque en la investigación científica. Desde hace años, la universidad de Colombia se ha enfocado en caracterizar la biodiversidad de ecosistemas marinos y costeros. También estudian los procesos de utilización y transformación de los recursos marinos y los servicios ambientales que prestan estos ecosistemas. Este programa educativo se enfoca en la enseñanza para la formulación de proyectos que aporten resoluciones a la problemática regional o nacional del uso y explotación de recursos

de la zona costera, así como en desarrollar propuestas que aporten a la sostenibilidad y conservación de los recursos marinos y costeros.

Por otra parte, la Universidad de Costa Rica ofrece un bachillerato (equivalente a licenciatura) con énfasis en biología marina, donde se centran en el estudio del océano con base en la Oceanología y los procesos ecológicos. Resaltando el estudio de los procesos biológicos y su relación con el medio ambiente, así como los organismos acuáticos marinos, desde los microscópicos hasta los macroscópicos con aplicaciones en la conservación de los recursos naturales y su relación con el ser humano.

Tabla 17. Características de la Oferta educativa afín a Biología Marina en Latinoamérica.

Universidad/ Estado	Programa Educativo	País/región	Materias básicas	Materias área terminal	Duración	Enfoque
Universidad de Buenos Aires/Buenos Aires	Ciencias de la Atmósfera y Oceanografía	Argentina/ Sudamérica	18	16	6 años	Intercambio de energía del océano y de su química Parámetros fisicoquímicos y socioeconómicos. Circulación de mareas Oceanografía física
Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano/Bogotá	Biología Marina	Colombia/ Sudamérica	27	17	4.5 años	Investigación científica con enfoque en Oceanología. Caracterizar la biodiversidad de

						ecosistemas y estudiar procesos de utilización y transformación de los recursos marinos y sus servicios ambientales para aportar sostenibilidad y conservación.
Universidad Nacional de Costa Rica/San José	Biología con énfasis en Biología Marina	Costa Rica/Centroamérica	18	19	NE	Centrada en la Oceanografía, y en el conocimiento de la flora y la fauna del océano
Universidad de la República de Uruguay/Montevidéo	Licenciatura en Ciencias Biológicas	Uruguay/Sudamérica	NE	5	4 años	Investigación transversal integrando diferentes áreas del conocimiento: Cambio climático global y Alfabetización oceánica
Universidad de Sao Paulo (USP)/ Sao Paulo	Centro de Biología Marinha da Universidade de São	Brasil/Sudamérica	NE	6	Cursos especializados de licenciatura y posgrado	Investigación científica avanzada en las áreas de

	Paulo (CEBIMar/ USP)					botánica, fisiología, ecología y zoología de organismo s marinos
Universidade Federal de Pernambuco/ Recife	Biologia Marinha e Oceanogr afía	Brasil/Suda mérica	49	13	5 a 8 años	Se centra en el conocimie nto de los océanos y ambientes costeros. En la Investigaci ón, conservaci ón y exploració n de recursos marinos y costeros.
Universidad de Valparaíso/ Valparaíso	Biología Marina	Chile/ Sudamérica	38	17	5 años	Conservac ión y al manejo sostenible
Universidad Internacional de Ecuador/ Distrito Metropolitano de Quito	Biología Marina	Ecuador/ Centroaméri ca	23	42	5 años	Enfatiza el estudio de los ecosistem as acuáticos, la biología básica de los organismo s vivientes del mar y su interacció n con el entorno, así como de la tecnología que permite su manejo

Fuente: Elaboración propia

El programa de Ciencias Biológicas de Uruguay tiene un grupo de investigación en Oceanografía y Ecología Marina del Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales que mantiene en su matrícula materias de investigación y asesoramiento ambiental oceanográfico. A nivel nacional tienen una gran cantidad de convenios con organismos del estado y privados, e internacionalmente se promueven acciones de cooperación (docencia e investigación) entre Universidades de Brasil, Chile, Argentina, Alemania, España, Reino Unido, Dinamarca, China y Suecia, entre otras. En la década de los Océanos se plantean los desafíos de: a) Intensificar la formación a nivel de grado y posgrado en las distintas áreas de la oceanografía; b) Desarrollar grandes ejes de investigación transversales que integren distintas áreas del conocimiento (procesos físicos y biológicos, Sistemas ambientales y Cambio Global); c) Alfabetización oceánica, promoviendo actividades de extensión para acercar el conocimiento de nuestros mares y océanos a la sociedad.

El Centro de Biología Marina de la Universidad de São Paulo (CEBIMar / USP) es un instituto especializado de la USP dedicado a la investigación en el campo de la biología marina con un enfoque de ecología. Otras unidades de la USP (IB, IO, FFCLRP, entre otras) y otras universidades nacionales y extranjeras que utilizan la estructura de CEBIMar para desarrollar su actividad de investigación y docencia. CEBIMar está ubicado en el municipio de São Sebastião, en la costa del estado de São Paulo. El espacio que ocupa, así como su entorno, constituyen un área de protección ambiental. Además de la investigación científica avanzada en las áreas de botánica, fisiología, ecología y zoología de organismos marinos, CEBIMar también imparte asignaturas optativas para cursos de pregrado y posgrado en la USP y cursos de extensión universitaria (seminarios y cursos abiertos).

Por otra parte, al nordeste de Brasil, se encuentra el Departamento de Oceanografía de la Universidad Federal de Pernambuco (UFPE), este departamento se originó en el Instituto de Biología Marina y Oceanografía, es un

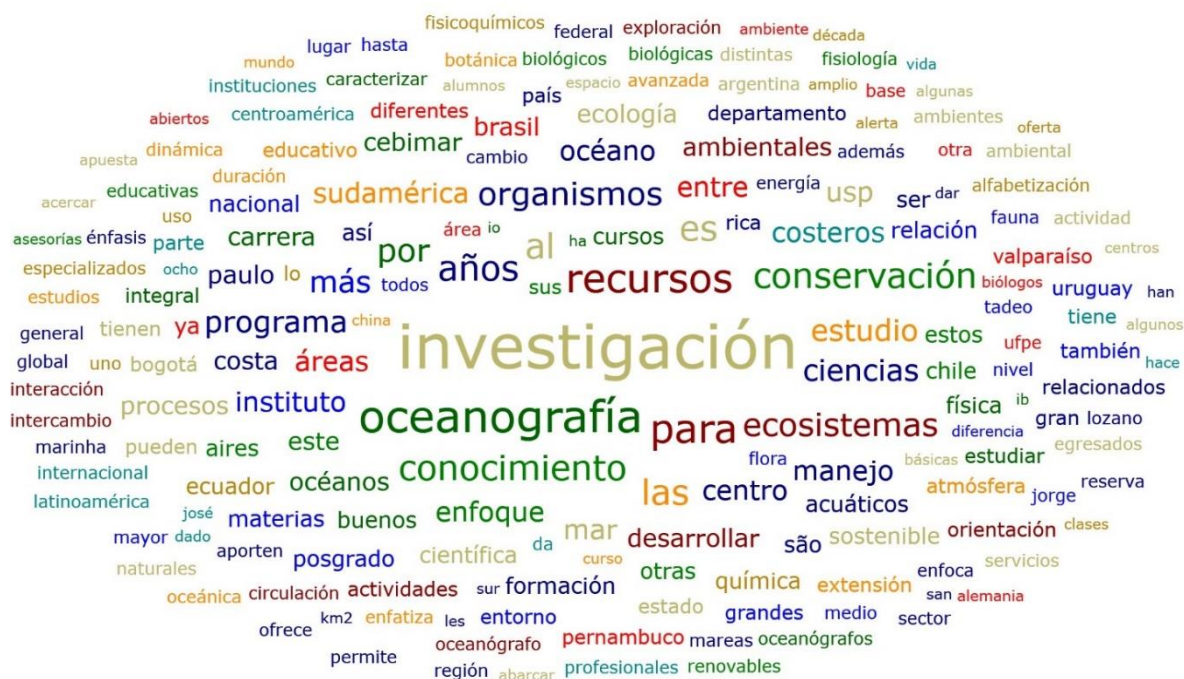
instituto de investigación fundado en 1952. Este instituto fue el segundo centro oceanográfico creado en el país y el primero en la Región Nordeste. En 1973, como resultado de una reforma administrativa, el instituto se transformó en un departamento del Centro Tecnológico de la UFPE. El curso de Oceanografía forma profesionales con capacidad para trabajar en todos los ecosistemas marinos. Las habilidades adquiridas a lo largo de la universidad les permiten jugar un papel decisivo en el uso sostenible de estos entornos. La formación del oceanógrafo en esta universidad tiene una orientación al conocimiento de los océanos y ambientes costeros, pudiendo realizar actividades de investigación, conservación y exploración de recursos marinos y costeros, renovables y no renovables. Es uno de los más completos, contando con 3885 horas de formación, que pueden cursarse entre 10 semestres y 16 semestres.

La Universidad de Chile apuesta por la conservación de sus recursos y el manejo sostenible, ya que es un país que tiene un extenso territorio marítimo, con diversidad de ecosistemas marinos, tales como zonas subtropicales, polares e insulares, pueden abarcar desde la costa hasta grandes profundidades, por lo que se requiere de Biólogos Marinos con conocimientos sólidos en la disciplina y capacitados para participar en investigaciones orientadas a la conservación y al manejo sostenible. Los egresados de esta universidad serán capaces de desarrollar actividades de docencia e investigación en instituciones públicas y privadas, asesorías profesionales al sector productivo acuícola y pesquero, ONGs y organismos internacionales e incluso, participar en emprendimientos relacionados con el sector.

Ecuador es dueño de la Reserva Marina de Galápagos, la mayor reserva del Pacífico sur-oriental y una de las más grandes del mundo con 135.000 km<sup>2</sup> de extensión, además de ser fuertes exportadores y productores de atún, dorado, camarón y harina de pescado. Los científicos especializados han dado la voz de alerta en relación a la sobreexplotación de los recursos marinos y algunos predicen consecuencias catastróficas con una disminución drástica de estos recursos. La

### 5.3.1.1 Análisis del discurso de los programas de Biología Marina en Latinoamérica

Figura 38. Mapa de palabras más repetidas en los planes de estudio en Latinoamérica.



144



Las siguientes palabras con una frecuencia alta de aparición en el texto son las siguientes: <organismos>, <ecosistemas> y <recursos>, <manejos>, <costeros>. Lo que indica que también hay un interés por el estudio de los organismos marinos y los ecosistemas para llevar a cabo un manejo de los recursos costeros.

### **5.3.2 Estados Unidos**

Se analizaron 10 universidades en Estados Unidos con opciones afines a la Biología Marina, el 100% de las universidades analizadas tienen un claro interés por tener semestres de trabajo de profesionalización en campo o en estaciones biológicas marinas como uno de los principales objetivos de las carreras, y uno de principales aportes a nivel curricular (tabla 18). Las actividades de profesionalización en estaciones biológicas pueden llevarse a cabo hasta en un periodo de 12 meses. Otro punto importante en este análisis es el enfoque interdisciplinario al que dan importancia el 100 por ciento de las universidades, en ellas los alumnos deben cursar de 6 a 9 materias de artes y humanidades.

En el caso de la Universidad de Miami tienen una gran variedad de opciones terminales, que incluyen Asuntos Marinos, Oceanografía y Ciencias Marinas. Los estudiantes pueden elegir un enfoque basado en el interés de la investigación o considerar lo que es más relevante para su especialización de acuerdo a estos tres enfoques mencionados anteriormente.

Por otra parte, en la Universidad de Boston el programa enfatiza también el enfoque interdisciplinario: en el Departamento de Tierra y Medio Ambiente, los profesores reúnen diferentes perfiles, lo que ayuda a enfatizar el perfil de mezcla de disciplinas para que los estudiantes puedan involucrarse en una amplia gama de temas de biología marina como la evolución, la ecología y las ciencias de la conservación. Además, las áreas de investigación práctica cubren una serie de problemas oceánicos críticos como el cambio climático y la sobrepesca. Los estudiantes pueden hacer vínculos con organizaciones locales en el área metropolitana de Boston, incluido el Acuario de Nueva Inglaterra.

El programa de licenciatura en ciencias marinas de la Universidad de Samford, posee atención personalizada del profesorado y énfasis en la experiencia real de campo. Ya que una de las características clave del programa de biología marina de esta universidad requiere que durante un semestre los estudiantes pasen trabajando en el Laboratorio de Biología Marina, ubicado en la Bahía de Alabama. Durante el tiempo de laboratorio, los estudiantes se benefician de las tutorías que se llevan a cabo ahí y se les da la oportunidad de realizar una investigación de campo.

Los estudiantes interesados en los animales marinos y su entorno optan por el programa de biología marina en la Universidad de California, Los Ángeles. Al pertenecer al Departamento de Ecología y Biología Evolutiva de la universidad, esta especialización presenta a los estudiantes un sólido plan de estudios, que contiene proyectos de investigación en estaciones marinas. La experimentación en las estaciones es parte importante de la formación académica de esta universidad. Durante este tiempo los universitarios recopilan datos, interactúan con investigadores y realizan prácticas con diferentes especies marinas: tiburones, peces payasos, delfines, peces globo, etc.

Una de las únicas universidades donde los estudiantes universitarios pueden obtener una especialización en biología acuática, es en la Universidad de California, Santa Bárbara, es una de las opciones para los estudiantes que buscan una educación más amplia que abarque no sólo los organismos marinos y la oceanografía, sino también el estudio de los ecosistemas de agua dulce. La singularidad de esta especialización es que prepara a los estudiantes para ingresar a una carrera satisfactoria en conservación, pesca y calidad del agua, con cursos de ciencias complementados con la experiencia de campo en laboratorios al aire libre que llevan a los estudiantes al Océano Pacífico, el Canal de Santa Bárbara y las montañas de Sierra Nevada.

El departamento de ciencias biológicas de la Universidad de Auburn ofrece a los estudiantes de biología marina la libertad de participar en proyectos de investigación interdisciplinarios. Los estudiantes interactúan con organizaciones locales como la Unidad de Investigación Cooperativa de Pesca y Vida Silvestre de Alabama o el Grupo Auburn en Ecología, así como con grupos internacionales como la Organización de Estudios Tropicales. Este programa ofrece la combinación de un plan de estudios de ciencias académicas con investigación de campo donde estudiantes de biología marina en Auburn tienen una oportunidad para cultivar sus futuras carreras. Las áreas clave de enfoque del programa incluyen la evolución marina, la genética y las interacciones ecológicas.

Northeastern es otra de las universidades conocida por sus sólidas oportunidades de investigación, muchas de las cuales surgen de las importantes subvenciones de investigación de la escuela del Instituto Nacional de Ciencias, sus estudiantes tienen un fuerte enfoque hacia la investigación científica. La escuela ofrece una licenciatura en biología marina, lo que permite a los estudiantes graduarse con una base fundamental en ciencias marinas, así como con experiencia especializada en sus campos de interés, incluida la opción de realizar una carrera pre-veterinaria. Northeastern también es conocido por su Programa Three Seas, una opción electiva que permite a los estudiantes de biología marina pasar un año haciendo trabajo de campo en Nueva Inglaterra, Panamá y la costa del Pacífico de EE. UU.

El programa interdisciplinario de la Universidad Internacional de Florida, en Miami, ofrece una opción de licenciatura en Biología Marina para estudiantes de pregrado, pueden estudiar con profesores en departamentos relacionados como Ciencias Biológicas o de la Tierra y Medio Ambiente. Además, la escuela tiene un programa en el que los estudiantes pueden elegir biología o biología marina e ir perfilando su carrera en los departamentos de cada rama, dependiendo de sus intereses.

Una de las principales instituciones del país para el estudio de las ciencias ambientales y la gestión de recursos naturales, es la Facultad de Ciencias Ambientales y Silvicultura, parte de la Universidad Estatal de Nueva York (SUNY), esta atrae a estudiantes con interés académico por la biología acuática y marina. El programa acuático de la escuela ha alcanzado el reconocimiento mundial por capacitar a los estudiantes para que se conviertan en profesionales de las ciencias acuáticas.

En la costa del Pacífico los estudiantes universitarios pueden obtener una licenciatura en biología marina en Instituto de Biología Marina de Oregón de la Universidad de Oregón, esta universidad combina un riguroso estudio de biología en el aula con experiencia práctica en el campo del laboratorio marino de la escuela, en Charleston, Oregón. Los estudiantes tienen a su disposición una serie de pasantías y oportunidades de investigación.

El programa de Biología de la Universidad de Brown tiene los siguientes requisitos centrados en: matemáticas, química y física. Estas materias respaldan un núcleo de cursos de ciencias biológicas, con algunas opciones para ciencias relacionadas. Además, los estudiantes eligen tres cursos en una de las subdisciplinas disponibles, que incluyen Biología Celular y Molecular, Inmunopatología, Ecología y Biología Evolutiva, Fisiología / Biotecnología, Neurobiología, Informática Biomédica, Biología Marina o Ciencias Físicas. Dentro del núcleo hay requisitos de distribución de cursos para proporcionar conocimientos básicos en diferentes áreas de biología, así como requisitos para trabajos de laboratorio y cursos avanzados. La investigación es una parte obligatoria del núcleo del Programa.

La Universidad de Duke es de las pocas universidades donde la biología marina se enseña como una disciplina separada de la biología, ya que es una aplicación de diferentes especialidades en biología al estudio de los organismos particulares que viven en el medio marino y requiere una comprensión de las

características únicas del mar y sus habitantes y la adaptación particular y las relaciones especiales de esos organismos a ese medio ambiente. Los estudiantes que se concentran en biología marina deben tomar cuatro créditos de cursos en el Laboratorio Marino de la Universidad.

El programa interdisciplinario de la Universidad Internacional de Florida, en Miami, ofrece una opción de licenciatura en Biología Marina para estudiantes de pregrado, en departamentos relacionados como Ciencias Biológicas, Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente. Otra de las principales instituciones del país para el estudio de las ciencias ambientales y la gestión de recursos naturales, es la Facultad de Ciencias Ambientales y Silvicultura, parte de la Universidad Estatal de Nueva York (SUNY).

Tabla 18. Características de la Oferta educativa afín a Biología Marina en Estados Unidos.

Universidad/ Estado	Programa Educativo / Prácticas	Enfoque	Duración	Materias Básicas	Materias de Especialización	Materias complementarias
Universidad de Miami/ Coral Gables, FL	Marine Biology and Ecology/cuenta con prácticas profesionales de campo	Interdisciplinario	3-4 años	20	12	3 de Artes y Humanidades 3 Gente y Sociedad
	Biología Marina/prácticas	Interdisciplinario	3-4 años	25	15	9 materias de arte y humanidades

Universidad de Boston/ Boston, MA	profesionales					
Universidad de Samford/ Birmingham, AL	Biología Marina/ prácticas profesionales	interdisciplinario	3-4 años	28	10	5 de artes y humanidades
Universidad de California/ Los Ángeles, CA	Biología Marina/ prácticas profesionales	interdisciplinario	3-4 años	25	12	6 de artes y humanidades
Universidad de California, Santa Bárbara/ Santa Bárbara, CA	Biología Marina/ prácticas profesionales	interdisciplinario	3-4 años	25	15	6 materias de arte y humanidades
Universidad de Auburn/ Auburn, AL	Biología Marina/ prácticas profesionales	interdisciplinario	3-4 años	24	20	6 materias de arte y humanidades
Universidad de Northeastern University/ Boston, MA	Biología Marina/ prácticas profesionales	interdisciplinario	3-4 años	25	13	6 materias de arte y humanidades
Universidad Internacional de Florida/ Miami, FL	Biología Marina/ prácticas	interdisciplinario	3-4 años	27	14	6 materias de arte y humanidades

	profesionales					
SUNY College of Environmental Science and Forestry/ Syracuse, NY	Biología Marina/ prácticas profesionales	interdisciplinario	3 a 4 años	26	18	6 materias de arte y humanidades
Oregon Institute of Marine Biology at the University of Oregon/ Charleston, OR	Biología Marina/ prácticas profesionales	interdisciplinario	3 a 4 años	16	18	6 materias de arte y humanidades
Universidad de Duke	Biología Marina/ prácticas profesionales	interdisciplinario	3 a 4 años	25	30	6 materias de arte y humanidades

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3.2.1 Análisis del discurso de los programas de Biología Marina en Estados Unidos

En la figura 41 se pueden observar los resultados del análisis de las palabras más utilizadas al describir los planes educativos de las universidades afines a Biología Marina en el ámbito de los Estados Unidos.

Figura 39. Mapa de las palabras más repetidas dentro de los planes de estudio de las Universidades analizadas en esta sección.

Fuente: Elaboración propia.

Las siguientes palabras con mayor frecuencia fueron: <prácticas>, <profesionales>, <experiencias> y <humanidades>. Lo que subraya el interés de que los programas ofrezcan prácticas profesionales interdisciplinarias donde los individuos puedan tener interacciones con el área de humanidades y las artes.

La mejor universidad con mejores puntuaciones en el ámbito internacional que ofrece biología marina en Europa se encuentra en Zúrich, en el departamento de Ciencias de la tierra DEL ETH Zúrich, guiada por el esfuerzo de obtener una



comprensión más profunda de todas las áreas del planeta, por lo que buscan una comprensión holística del sistema desde el interior de la tierra a través de los continentes, océanos y biosfera hasta la atmósfera a nivel regional como global. El Departamento de Ciencias de la Tierra, junto con la enseñanza basada en la investigación y en la cooperación con diferentes industrias, se propone asegurar los recursos naturales, proteger el suministro de agua, los recursos energéticos, investigar sobre el cambio climático, así como estar preparado para los desafíos ecológicos, e investigar y ofrecer soluciones de biorremediación de sitios contaminados.

En la universidad de Oxford la oferta educativa relacionada con Biología Marina se llama Oceanografía Biológica en el grado de especialización. Esta universidad ofrece formaciones interdisciplinarias, tiene gran cantidad de estudios sobre la flora microscópica de los océanos (fitoplancton) que representan la mitad de la fotosíntesis en nuestro planeta y proporcionan la base de la cadena alimentaria marina. La investigación es central, investigan la diversidad y fisiología de estos organismos unicelulares en una variedad de ecosistemas marinos, desde los polos hasta los trópicos. Usan una variedad de herramientas: desde marcadores moleculares hasta satélites en órbita terrestre. Ofrecen dos títulos: una licenciatura de tres años (Bachelor Degree en Geología o Ciencias de la Tierra) y una maestría de dos años (MSc, maestría en ciencias) Durante los primeros tres años, los dos cursos son idénticos. El cuarto curso permite a los estudiantes la opción de profundizar su formación a través de la elección de especializaciones de nivel superior y mediante la realización de un proyecto de investigación, que se desarrolla durante todo el año.

El curso de Ciencias Naturales en la Universidad de Cambridge (también conocido como Ciencias Naturales, NST) es donde imparten la mayoría de las ciencias físicas, químicas y biológicas en Cambridge. Este curso interdisciplinario permite a los estudiantes experimentar una variedad de materias científicas en su primer y segundo año, que incluyen Biología Celular, Patología y Genética, hasta

Conservación, Ciencias de las Plantas y Física. La flexibilidad y amplitud de aprendizaje que se ofrece en los años 1 y 2 del curso de Ciencias Naturales proporciona una base excelente para la especialización del área temática en el tercer año en función de los intereses propios de los estudiantes. Ciencias Naturales (NST) ofrece una amplia gama de materias de ciencias físicas y biológicas de 16 departamentos. Un primer año amplio se combina con una especialización creciente en el segundo y la posibilidad de una especialización total a partir del tercero. En este curso se diluyen los límites entre las diferentes ciencias y, antes de comprometerse con un departamento, los estudiantes estudian una variedad de temas, algunos de los cuales pueden ser nuevos cada semestre. Esto significa que no se puede cambiar sobre en qué tema especializarse una vez terminado el segundo año. La flexibilidad del curso permite cursar ciencias puramente biológicas, ciencias puramente físicas o una combinación de ambas, según los intereses.

La Universidad de Utrecht, en los Países Bajos, busca contribuir al uso sostenible de los recursos marinos y oceánicos. Los mares y océanos juegan un papel importante en nuestra vida cotidiana, y más del 65 % de la población mundial vive o trabaja en zonas costeras, vitales para nuestra economía y salud, así como para el clima, los alimentos y la biodiversidad. Los mares y océanos tienen una importancia social inmensa, sin embargo, están cambiando rápidamente a medida que la contaminación inducida por el hombre y las emisiones de CO<sub>2</sub> provocan su calentamiento, acidificación y desoxigenación. El impacto en los organismos, la química oceánica y las corrientes en escalas de tiempo cortas o largas es incierto y afecta a los ecosistemas, pero también a la economía y a la formulación de políticas. Como parte de su programa de maestría de dos años en Ciencias Marinas, instruye en cómo los sistemas y procesos marinos operan naturalmente y cómo cambian a través de la intervención humana. El programa ofrece conocimientos e investigación multidisciplinarios de vanguardia en este campo en rápido desarrollo.

Por lo general, las universidades europeas como la de Utrecht, La Universidad de Reeds, en Reino Unido y el Imperial College of London ofrecen una

Licenciatura en Ciencias Biológicas o Biología que tiene una especialización en biología marina. Ofrecen para los estudiantes de ciencias una fuerte formación académica en biología, química, física o ciencias de la tierra, y después la preparación como científico marino. También son aceptados estudiantes de otras disciplinas técnicas o de ciencias naturales y estudiantes de colegios universitarios que deseen contribuir al uso sostenible de los recursos marinos y oceánicos. Estas especializaciones tienen enfoques multidisciplinarios. Esencialmente, todas las cuestiones pendientes en las ciencias del mar son multidisciplinarias. Por lo tanto, es necesario un enfoque de investigación amplio y holístico para identificar riesgos, mejorar los escenarios futuros y hacer la transición hacia interacciones sostenibles entre el hombre, los mares y los océanos (tabla 19).

Tabla 19. Características de la Oferta educativa afín a Biología Marina en Europa.

Universidad/ estado	Programa educativo/ prácticas	Enfoque	Duración	Materias terminales
ETH Zürich	Licenciatura de Ciencias de la Tierra con especialización en Biología Marina	transdisciplinario	4 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambio climático, biorremediación de sitios contaminados.</li> </ul>
Universidad de Oxford	Licenciatura en Geología o Ciencias de la Tierra con especialización en Biología Marina	interdisciplinario	4 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diversidad y fisiología de estos organismos unicelulares</li> </ul>
Universidad de Cambridge	Licenciatura en Ciencias Naturales	Interdisciplinario	4 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>Química, física y ciencias de la tierra</li> </ul>
Universidad de Utrecht	Licenciatura en Ciencias de la Tierra con especialización en Biología Marina	Multidisciplinario	4 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manejo sostenible de los recursos marinos</li> </ul>



que buscan un enfoque interdisciplinario para el estudio y la especialización en las ciencias marinas.

Las palabras que también cobraron importancia dentro de los programas europeos fueron: <investigación>, <océanos> y <tierra>. Lo que nos indica una búsqueda de conocimiento especializado de los océanos y la tierra por medio de la investigación interdisciplinaria.

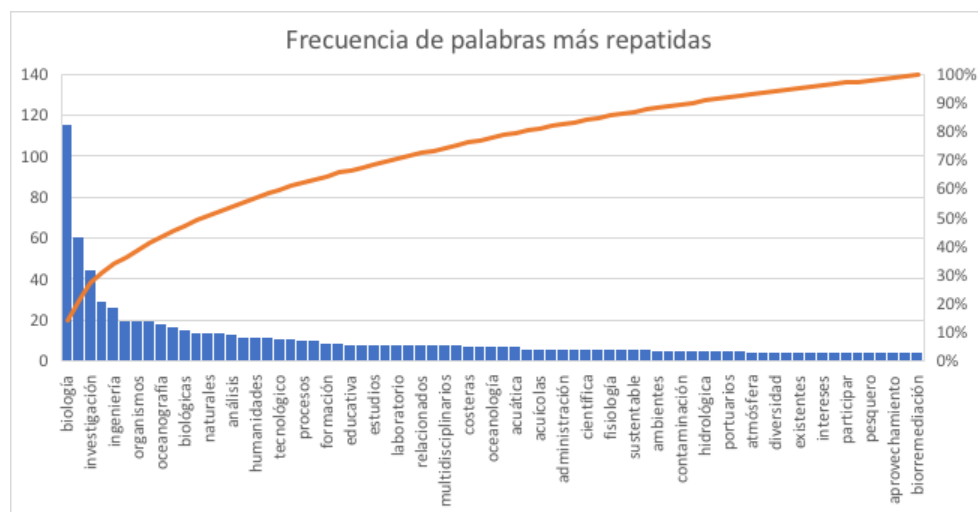
#### **5.3.3.1 Análisis de discurso de los programas educativos de biología marina**

A través de un análisis datos cualitativos en el programa Atlas.ti, se seleccionaron un total de 73 palabras con un mayor número de repeticiones dentro de los planes de estudio de cada universidad mencionada en este documento. Los resultados se muestran en la siguiente gráfica (gráfica no. 33). El programa detectó un total de 819 repeticiones. Las 6 palabras más repetidas son las siguientes: <biología>, <ciencias>, <investigación>, <recursos>, <ingeniería> y <ecosistemas>. El segundo bloque de 6 palabras la integran las palabras <organismos>, <interdisciplinario>, <oceanografía>, <ecología>, <biológicas>.

Lo que muestra este grupo de palabras es un interés por los programas educativos de biología marina, por la investigación biológica de los océanos y sus recursos, además de una inclinación por las investigaciones realizadas, la mayoría de las veces, a nivel de ecosistemas. Dentro del primer grupo de palabras los programas educativos de biología marina también toman importancia para el entendimiento del funcionamiento y aprovechamiento de los océanos.

En el segundo bloque de palabras es notorio que los organismos del océano también son estudiados, es decir, aparece otra escala de estudio a nivel de individuo. El enfoque que mayormente aparece dentro de los programas de estudio es el interdisciplinario. La oceanografía es una ciencia que ha tomado mucha fuerza en los últimos años, que cobra mayor interés y que está acompañada de estudios ecológicos y de biología de las especies marinas.

Figura 41. Muestra la frecuencia de palabras más repetidas en los programas de Biología Marina estudiados en este documento.



Fuente: Elaboración propia.

## 5.4 Bibliografía

ANUIES. 2021. Anuarios estadísticos de educación superior. Ciclo escolar 2017-2018. Consulta junio 2018. <http://www.anui.es.mx/iinformacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>.

Red internacional de cooperación universitaria (2021). portal disponible en: <https://www.universia.net/>

Anpromar. 2021. Base de datos de carreras Acreditadas. Revisada el 15 de noviembre de 2021:

A. (2021). La educación en ciencias del mar en México. Ciudad de México.

## 6. Análisis de los lineamientos

El presente apartado presenta un análisis de los marcos normativos interno y externo (leyes, estatutos, reglamentos y políticas) que colaboran con el correcto funcionamiento del programa educativo de Biología Marina, con la regulación y orientación de la vida académica de la institución. Este apartado es relevante ya que permite identificar qué elementos de los descritos ayudan a la planeación, ejecución y evaluación del nuevo plan de estudios, o si, por el contrario, no son de gran utilidad para el programa, de esta forma es posible dar recomendaciones para incorporar aspectos que estén ausentes y sean necesarios.

Existen varias normas y leyes oficiales mexicanas que regulan aspectos sobre los ecosistemas marinos, por ejemplo, la norma oficial mexicana de emergencia NOM-EM-139-ECOL-2002, que establece las medidas de protección de los ecosistemas marinos y costeros y de las especies sujetas a protección especial en aguas de la reserva de la biosfera del alto golfo de California y Delta del Río Colorado. Esta norma considera que es necesario establecer medidas de aprovechamiento sustentable, de conservación y de protección de la flora y fauna silvestre, así como del hábitat de quelonios, mamíferos marinos y las especies en riesgo.

### 6.1 Marco normativo externo

México ocupa el décimo segundo lugar por su biodiversidad marina, la situación geográfica privilegiada que tiene y el acceso a los dos océanos más grandes del mundo son características relevantes del país. Además, la extensión de costa (~11,122 kilómetros de costas) y de Mar Territorial y Zona Económica Exclusiva (3,149,920 km<sup>2</sup>) que posee México, aunado a una amplia plataforma continental y territorio insular, propicia grandes extensiones de litoral, correspondiendo 68 % de las costas e islas al Océano Pacífico y del Golfo de California, y 32 % a las costas, islas y cayos del Golfo de México y del Mar Caribe. Por otra parte, la zona marítima cuenta con 500 mil km<sup>2</sup> de plataforma continental, con 16 mil km<sup>2</sup> de superficie estuarina y con más de 12 mil km<sup>2</sup> de lagunas costeras (CONABIO, 2015).

Bajo este contexto, la formación de profesionales de calidad, con una orientación hacia el conocimiento y manejo integral de los recursos marinos y costeros es competencia y compromiso de la carrera de Biología Marina de la Universidad Veracruzana. Por lo cual, es importante conocer y aplicar las distintas leyes o normas nacionales e internacionales que regulan aspectos relacionados al ámbito marino. La base de la legislación aplicable a los mares y costas se encuentra en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, artículos 4, 25 y 27 en los cuales se establece que toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar. También determina que el Estado debe garantizar que el desarrollo nacional sea integral y sustentable, y considerando que la diversidad de los elementos que interactúan en los mares y costas de México y Veracruz son sujetos a instrumentos normativos de carácter federal, estatal y municipal, resulta apropiado enlistar los instrumentos legales más relevantes (tabla 20).

Tabla 20. Instrumentos de política ambiental que orienta al biólogo marino en la toma de decisiones al uso y manejo integral de los recursos marinos y costeros.

<b>Instrumento legal</b>	<b>Descripción</b>	<b>Quehacer del biólogo marino</b>
Constitución de los Estados Unidos Mexicanos	Señala que son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar.	Sitúa al biólogo marino como un ejecutante con base en los conocimientos adquiridos para que toda persona acceda a un medio ambiente marino adecuado para su desarrollo y bienestar.
Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	Tiene por objetivo propiciar el desarrollo sustentable y garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar, definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación.	El biólogo marino con base en los instrumentos de política ambiental y de protección en materia de impacto ambiental puede generar evaluaciones del estado de conservación de los hábitats propensos a modificaciones y de las especies que pueden ser afectadas, debido al desarrollo de infraestructura.
Ley General de Vida Silvestre	En su artículo 5º señala que el objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación	El biólogo marino puede estar encargado del aprovechamiento y protección de la fauna y flora silvestre, particularmente aquella que



<b>Instrumento legal</b>	<b>Descripción</b>	<b>Quehacer del biólogo marino</b>
	mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país.	se distribuye en las zonas marinas y costeras.
Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados	Tiene competencia en materia de bioseguridad de organismos de origen vegetal o animal (acuático o terrestre) genéticamente modificados.	La pertinencia del biólogo marino está relacionada a la prevención o reducción de los posibles riesgos a la salud humana o al medio ambiente y a la diversidad biológica al modificar genéticamente a los organismos para fines científicos o comerciales.
Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables	Tiene por objeto regular, fomentar y administrar el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.	El biólogo marino tiene conocimientos de las distintas especies con potencial pesquero y acuícola, así como las áreas de jurisdicción donde se pueden extraer los recursos pesqueros o se cultivar.
Ley de Aguas Nacionales	Tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de los cuerpos de agua incluidos los marinos, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable, conservación y control de su calidad.	El biólogo marino puede tomar decisiones respecto a las técnicas para el mantenimiento de la calidad de agua y sobre las estrategias para el aprovechamiento sustentable del recurso.
Ley Federal del Mar	La presente Ley es de jurisdicción federal, rige en las zonas marinas que forman parte del territorio nacional y, en lo aplicable, más allá de éste en las zonas marinas donde la Nación ejerce derechos de soberanía, jurisdicciones y otros derechos.	Orienta al biólogo marino en la toma de decisiones respecto a la conservación y manejo de los recursos marinos en las distintas zonas marítimas con jurisdicción nacional, así como del uso de la zona económica exclusiva.
Ley de puertos	Tiene por objetivo regular los puertos, terminales, marinas e instalaciones portuarias, su construcción, uso, aprovechamiento, explotación, operación, protección y formas	También puede tomar decisiones en relación las regulaciones de navegación y en los procedimientos administrativos para la descarga de muestras biológicas y comerciales que provienen de embarcaciones

Instrumento legal	Descripción	Quehacer del biólogo marino
	de administración, así como la prestación de los servicios portuarios.	mayores de tipo comercial y científicas.
Ley General de Bienes Nacionales	En su ARTÍCULO 6 la ley establece que están sujetos al régimen de dominio público de la Federación, en las siguientes fracciones III.- Las plataformas insulares en los términos de la Ley Federal del Mar y, en su caso, de los tratados y acuerdos internacionales de los que México sea parte; IV.- El lecho y el subsuelo del mar territorial y de las aguas marinas interiores.	El biólogo marino puede aplicar sus conocimientos sobre las zonaciones verticales y horizontales dentro de la jurisdicción nacional en las cuales aplicará para la evaluación de los ecosistemas marinos.
Reglamento para el uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar	En su ARTÍCULO 1º establece la observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto proveer, en la esfera administrativa, al cumplimiento de las Leyes General de Bienes Nacionales, de Navegación y Comercio Marítimos y de Vías Generales de Comunicación en lo que se refiere al uso, aprovechamiento, control, administración, inspección y vigilancia de las playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas y de los bienes que formen parte de los recintos portuarios que estén destinados para instalaciones y obras marítimo portuarias.	Se puede generar conocimientos y estrategias para proponer actividades productivas que no rebasen la capacidad de resiliencia de los ecosistemas en zonas costeras y en terrenos ganados al mar, respetando la legislación marítima, de comercio, comunicación y navegación.
Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano	En su ARTÍCULO 3º Fracción XXV contempla el Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos como una política pública que tiene como objeto la ocupación y utilización racional del territorio como base espacial de las estrategias de desarrollo socioeconómico y la preservación ambiental, incluyendo zonas costeras.	Sirve de una orientación para el biólogo marino en la toma de decisiones para llevar a cabo la integración social en las zonas marinas y costeras, considerando el aprovechamiento sustentable de los recursos marinos de éstas, y de la zona económica exclusiva.

Instrumento legal	Descripción	Quehacer del biólogo marino
Ley General de Cambio Climático	En su ARTÍCULO 2º se garantiza el derecho a un medio ambiente sano y establece la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático.	El biólogo marino puede basarse en este artículo para emitir recomendaciones a las autoridades correspondientes con el objetivo de mitigar el cambio climático y usar escenarios de concentraciones de dióxido de carbono para proponer medidas de adaptación a corto (2030) y largo plazo (2100).
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	Es un organismo de la ONU que establece las bases para la acción internacional conjunta en cuanto a mitigación y adaptación al cambio climático. Los países que integran la Convención ("estados parte"), se obligan a controlar las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la instrumentación de políticas y medidas de mitigación y la aplicación de nuevas tecnologías que benefician a la sociedad.	Orienta al biólogo marino sobre los límites permisibles de gases de efecto invernadero de los países miembros, incluidos México, así como de las sanciones que pueden emitir los miembros a aquellos que violenten los acuerdos establecidos.
Acuerdo de París	Documento dentro del marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que establece medidas para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de los países miembros.	Sitúa al biólogo marino como agente de cambio y lo orienta en la toma de decisiones para la construcción de políticas públicas que mitiguen las consecuencias del cambio climático sobre la salud, el bienestar humano, los impactos sobre los ecosistemas, y la estabilidad económica y política de los países miembros.
Normas Oficiales Mexicanas Pesqueras, Acuícolas y de	Establecen las reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables para	Orienta al biólogo marino en la toma de decisiones sobre que recursos pesqueros son explotables y sujetos a cultivo, los requerimientos

Instrumento legal	Descripción	Quehacer del biólogo marino
protección de especies en riesgo (e.g., NOM-006-SAG/PESC-2016, NOM-009-SAG/PESC-2015, NOM-017-PESC-1994, NOM-029-PESC-2006, NOM 059 SEMARNAT-2010	pesca responsable de los recursos marinos, incluidos los peces óseos y cartilaginosos, crustáceos, moluscos, así como actividades acuícolas y pesca comercial como deportiva. Asimismo, se identifican las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana.	administrativos según los fines (comercio o fomento), permisos de colecta y manipulación, así como la prohibición de pesca y cultivo de aquellas especies listadas en riesgo.
Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (Derecho del Mar)	Su objetivo es regular los derechos de navegación, límites territoriales de mares, estatus legal de los recursos encontrados en los fondos marinos fuera de la jurisdicción de los Estados.	Orienta al biólogo marino en el ámbito internacional sobre las medidas de explotación, si así es conferido, en aguas internacionales con o sin soberanía compartida.
Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres	Acuerdo internacional concertado entre gobiernos que regula en todo el mundo alrededor de 5000 especies de animales y 28000 especies de plantas. Toda importación, exportación, reexportación o introducción procedente del mar de especies amparadas por la Convención debe autorizarse mediante un sistema de concesión de licencias.	Orienta al biólogo marino en la toma de decisiones sobre qué especies deben de ser enlistadas en CITES, bajo un marco jurídico internacional con procedimientos a seguir por los países miembros de la misma a fin de una adecuada regulación del comercio internacional de las especies silvestres que han sido incluidas en los Apéndices I, II y III (listas de especies según su grado de amenaza), mediante los permisos y las certificaciones.
Constituciones Políticas y Leyes Ambientales (ej., ley estatal de protección ambiental, y de regulación de recursos naturales del estado de Veracruz, ley estatal de mitigación y adaptación ante los efectos del cambio climático en el estado, reglamento en materia de impacto ambiental de la	Sus disposiciones son de observancia obligatoria en el territorio del Estado y tienen por objeto, la conservación, la preservación y la restauración del equilibrio ecológico, la protección al ambiente y la procuración del desarrollo sustentable, de conformidad con las facultades que se derivan de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. El establecimiento de la concurrencia del Estado y de los Municipios en la formulación e instrumentación de las políticas	Orienta al biólogo marino de forma particular sobre las disposiciones que existen en estado de Veracruz en materia de conservación y protección de los recursos naturales, y de las dependencias responsables. También lo orienta en términos de políticas de cambio climático con base en las necesidades actuales y futuras de los distintos municipios de Veracruz, y sobre qué obras deberán estar sujetas a evaluación ambiental en el Estado, respectivamente.

Instrumento legal	Descripción	Quehacer del biólogo marino
Ley número 62 estatal de protección ambiental)	públicas para la adaptación al cambio climático, la mitigación de sus efectos adversos, para proteger a la población y coadyuvar al desarrollo sustentable. Por otra parte, el reglamento en materia de impacto ambiental tiene como objeto reglamentar las disposiciones de la Ley Número 62 Estatal de Protección Ambiental.	

Fuente: Elaboración propia.

En el mismo sentido, la Asociación Nacional de Profesionales del Mar, ANPROMAR, A. C., fija algunos lineamientos a los que deben apegarse los programas educativos que requieren acreditarse a través de ellos. A continuación, en la tabla 21 se muestran los lineamientos de ANPROMAR, así como sus puntos de contacto.

Tabla 21. Lineamientos de ANPROMAR.

ANPROMAR	Punto de contacto
<ul style="list-style-type: none"> <li>El Plan de Estudios debe estar editado y contener como mínimo: Introducción; Antecedentes; Metodología; Objetivo General; Objetivos Específicos; Misión; Visión; Perfil de Ingreso; Perfil de Egreso; Mapa Curricular; Programas de Estudio y Manuales de Prácticas.</li> </ul>	La estructura del plan de estudio que proporciona la Universidad Veracruzana, cuenta con todos los elementos mencionados en este indicador.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Debe existir congruencia entre la misión, visión y el objetivo general del Plan de Estudios con los de la Facultad o escuela.</li> </ul>	Al redactar todos los apartados del Plan de Estudios se busca que todo tenga congruencia con la misión de la Universidad y de la Facultad.
<ul style="list-style-type: none"> <li>El currículo deberá incluir en las primeras etapas un fuerte componente de conocimientos básicos y esenciales, dejando para etapas posteriores la especialización profesional.</li> </ul>	El <i>currículum</i> académico está diseñado de manera que los alumnos cursen materias del Área Básica y de Iniciación a la disciplina en los primeros semestres, antes de las de Área Formación Disciplinaria que está compuestas por conocimientos mucho más específicos de la disciplina.
<ul style="list-style-type: none"> <li>El currículo debe guardar un balance entre las horas teóricas y</li> </ul>	De acuerdo con la Guía para diseño de proyectos curriculares con el enfoque de competencias UV, especifica que la

<p>horas prácticas, de acuerdo a su modelo educativo.</p>	<p>proporción que debe existir entre las horas teóricas y prácticas se debe mantener entre los rangos 70/30 como máximo y 50/50 como mínimo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deben existir mecanismos para incorporar los resultados de las encuestas de seguimiento de egresados a la reestructuración del plan de estudios.</li> </ul>	<p>El plan de estudios cuenta con el apartado "Análisis del campo profesional" en el que se incluyen los análisis de las encuestas que se realizan a los egresados para la actualización del mismo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tener un equipo de buceo completo por cada 3 alumnos.</li> <li>• En el caso del área de acuicultura se deberá contar con laboratorio para la producción de alimento vivo, sala de acuarios y estanquería o bien una Unidad de Producción, debidamente equipada con oxígeno suficiente, iluminación y aire acondicionado para el cultivo de algas y rotíferos. Igualmente se debe de contar con equipo de campo, como; embarcaciones debidamente registradas y con su autorización respectiva, teniendo una bitácora de utilización, tanto para las embarcaciones como para los motores fuera de borda.</li> <li>• En el caso del área de pesca se debe de contar con una embarcación de tipo escamera o bien camaronera, con un programa de operación y de conservación y mantenimiento, así como de prácticas e investigación. Deberá tener actualizada toda la documentación correspondiente a Seguridad de la Vida Humana en el Mar, Capitanía de Puerto y vía la pesca. Se debe de contar con una jefatura de flota y el personal de la embarcación debe de estar calificado por las autoridades respectivas.</li> <li>• El Programa deberá de contar con laboratorios de investigación, con espacio suficiente, equipamiento e infraestructura, congruentes con las líneas de investigación y la formación de recursos humanos.</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deberá tener laboratorios certificados para la aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) correspondientes.</li> </ul>	
---	--

Fuente: Elaboración propia.

## 6.2 Marco normativo interno

### 6.2.1 Estatuto de los alumnos 2008

En la tabla siguiente se enlistan los lineamientos internos y los puntos de contacto que tiene el estatuto de los alumnos con el plan de estudios y su operación.

Tabla 22. Estatuto de alumnos y puntos de contacto.

<b>Estatuto de los Alumnos 2008</b> (Universidad Veracruzana 2008)	<b>Puntos de contacto</b>
<p>Para estos efectos, la carga en créditos académicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Mínima: Representa el número mínimo de créditos que el alumno debe cursar por periodo escolar. El optar por este tipo de carga en créditos académicos prolonga el tiempo de permanencia necesario para cursar el plan de estudios;</li> <li>Estándar: Representa el número promedio de créditos que el alumno puede cursar por período escolar, lo que permite concluir el plan de estudios en el tiempo promedio de permanencia previsto en el mismo; y</li> <li>Máxima: Representa el número máximo de créditos que el alumno puede cursar por periodo escolar, lo que permite concluir el plan de estudios en el menor tiempo promedio de permanencia previsto en el mismo.</li> </ol>	<p>Que alumno tenga posibilidad de decidir su carga a cursar por periodo permite que trace una trayectoria académica de acuerdo con sus necesidades, intereses y capacidades. Por lo que este es un lineamiento indispensable para el Plan de Estudios.</p>
<p>Artículo 21</p> <p>El aspirante con derecho a inscripción debe presentar el original del certificado de estudios completo correspondiente al nivel anterior al que desea cursar, así como la demás documentación requerida. En caso de no contar con el certificado, se le</p>	<p>Debido a esta disposición, algunos alumnos se veían en la necesidad de abandonar la carrera, ya que las instituciones de educación media superior no proporcionan los documentos requeridos en el artículo a los estudiantes en el tiempo debido. De esta forma el incumplimiento de este requisito en el</p>

aceptará temporalmente la constancia de estudios que demuestre que ha acreditado todas sus asignaturas, al igual que la constancia de que se encuentra en trámite la solicitud del mismo, y cumplir con los demás requisitos establecidos.	tiempo estipulado originaba que los estudiantes se dieran de baja definitiva del programa educativo, sin embargo, en periodos recientes la Administración Escolar amplió el plazo de entrega de certificados y modificó esta disposición de forma que al incumplir la norma sólo se les cancela la inscripción, estas acciones han generado una disminución en el porcentaje de alumnos que abandona la carrera por esta situación.
Artículo 27. La oferta de experiencias educativas para que el alumno integre su carga de créditos académicos se encuentra condicionada por la disponibilidad presupuestal y los espacios físicos del programa educativo. En los planes de estudio se establecerá la carga en créditos académicos mínima, estándar y máxima por periodo que pueden cursar los alumnos.	Se realizaron análisis que indican que es posible para la facultad ofertar todas las Experiencias Educativas que ofrece el plan de estudios y que las instalaciones son adecuadas. Esto da oportunidad a los estudiantes de decidir su propia carga de materias enfocada a los conocimientos que desean adquirir en cada semestre.
Artículo 28. La carga en créditos académicos mínima que debe llevar un alumno un período escolar corresponderá al 75% del número de créditos de la carga en créditos académicos estándar por período establecido en el plan de estudios, con las excepciones que deriven de la oferta educativa, o cuando los créditos pendientes por cursar no alcancen el mínimo. Cuando el alumno elija la carga en créditos académicos mínima en un período determinado, y no acredite el total de los mismos, para el siguiente período escolar deberá cursar la carga en créditos académicos estándar.	La disposición especificada en el segundo párrafo de este artículo podría repercutir de manera negativa en la deserción escolar al aumentar los índices de reprobación ya que fuerza a un alumno, que no ha desarrollado las competencias necesarias, a llevar una carga académica mayor.
Artículo 31. Los alumnos que hayan seleccionado una experiencia educativa con carácter de “optativa” o “de elección libre” y no la acrediten, podrán cursarla nuevamente, o cursar una diferente en otro período escolar, considerándola como segunda inscripción.	El programa educativo se apeg a lo establecido por este artículo, sin embargo se presentaría un problema de carácter de control escolar ya que el sistema de inscripción en línea no permite segunda inscripción en EE optativas en las que el estudiante se inscriba por primera vez, no obstante sea una EE que sustituya a la primera cursada y no acreditada.



<p>Artículo 51. Los alumnos que cursen planes de estudio flexibles podrán acreditar la experiencia recepcional mediante la presentación del examen general para el egreso Examen General de Egreso de Licenciatura (EGEL-MVZ) de acuerdo con los estudios realizados. En todos los casos deberán obtenerse 1000 o más puntos del Índice Ceneval Global, en una sola presentación. El plazo para acreditar la experiencia recepcional por esta modalidad será el tiempo máximo de permanencia establecido en el plan de estudios.</p>	<p>Para acreditar la experiencia recepcional bajo esta opción no es necesario inscribirse. El Secretario de la Facultad, asentará la calificación de acuerdo con el puntaje reportado por el Ceneval.</p> <p>En los casos de los alumnos que obtengan testimonios de Desempeño Satisfactorio o Sobresaliente en el Examen General para el Egreso de la Licenciatura del CENEVAL se les asignará una calificación numérica de la siguiente manera:</p> <p>Desempeño Satisfactorio equivale a 9; y Desempeño Sobresaliente equivale a 10.</p>
<p>Artículo 82. Si el alumno no acredita la experiencia recepcional en las dos inscripciones a las que tiene derecho, sólo podrá acreditarla mediante el examen general de conocimientos o el examen general para el egreso del Ceneval, de existir para el programa educativo que cursó o esté cursando.</p>	<p>Este lineamiento forma parte de la base normativa del Plan de Estudios ya que como se mencionó anteriormente la opción de examen es el EGEL-MVZ.</p>

Fuente: Elaboración propia.

## 6.2.2 Estatuto de personal académico

En la siguiente tabla se relacionan los artículos y el punto de contacto.

Tabla 23. Estatuto del personal académico.

<b>Estatuto del Personal Académico</b> (Universidad Veracruzana, 2021)	<b>Punto de contacto</b>
<p>Artículo 11.- Son docentes quienes desempeñan fundamentalmente labores de impartición de cátedra. Los académicos de carrera en funciones de docencia realizarán, además, como carga extraclase, tutorías grupales o individuales, asesorías a alumnos, proyectos de programas de sus materias, material didáctico y labores de investigación y extensión.</p>	<p>Los docentes de asignatura, adicionalmente a su labor de impartición de cátedra, deberán participar en la elaboración de los proyectos de programas de estudio de las materias que tengan asignadas y del material didáctico necesario. En todos los casos el personal docente deberá cumplir con las obligaciones señaladas en este Estatuto. Los académicos de carrera del Programa Educativo cumplen con lo dispuesto en</p>

	<p>este artículo, sin embargo, en lo que respecta a los profesores de asignatura se da una incorporación desigual en el trabajo colegiado de la facultad.</p> <p>De esta manera es difícil que los profesores con esta contratación participen de manera activa en todos los procesos institucionales que emprende la Facultad.</p>
<p>Artículo 21.- El personal académico de tiempo completo (PTC) debe cumplir con una carga académica durante 40 horas a la semana. El docente impartirá cátedra con un mínimo de 16 y un máximo de 20 horas, dedicando el excedente a desempeñar carga extraclase, sin perjuicio de cumplir lo establecido en el artículo 196 fracción II de este Ordenamiento. El técnico académico dedicará 30 horas a su actividad principal y las 10 restantes a la carga equivalente a la extraclase.</p>	<p>La carga de horas que los PTC deben impartir puede promediarse de manera anual, se puede presentar el caso que, por necesidad del Programa Educativo deba impartir menos de 16 horas o más de 20 horas de cátedra.</p>
<p>Artículo 106.- Cuando por cambio de planes de estudio desaparecieran materias que formen parte de la carga académica del docente, se le asignará otra afín a la que impartió. Si no hubiere carga en la entidad académica en la que cubre su actividad docente, se le asignará en otra entidad académica de la zona de su adscripción.</p>	<p>De acuerdo a lo anterior, de no poderse otorgar o completar su carga docente conforme a lo anterior, la Universidad cambiará su forma de contratación de manera parcial o total en razón de la función que desempeñe, en razón del tiempo o a liquidarlo en términos de la legislación laboral aplicable.</p> <p>Lo anterior tiene un gran impacto en la disposición de los profesores para actualizar los planes de estudio, pues implica posibles cambios en su relación laboral y genera incertidumbre el hecho de que parece entrar en contradicción con otras normas y contratos signados por la universidad. Sin embargo, en la transición de plan se realiza un ejercicio de reubicación de cargas, asegurando la no afectación de los derechos laborales de los académicos que participan en el programa educativo.</p>
<p>Artículo 116.- La Universidad Veracruzana reconocerá la labor del personal académico, a través del establecimiento del programa general de estímulos al personal académico.</p> <p>Artículo 117.- Podrá participar en el programa general de estímulos todo el</p>	<p>El estatuto contempla la participación de profesores en el Programa de Estímulos al Desempeño del Personal Académico (PEDPA), si bien este programa impulsa el desarrollo de actividades sustantivas, marca una brecha entre los profesores que pueden optar por él y los que no. La normatividad alienta muchas de las actividades académicas en unos</p>

personal académico de base, de acuerdo a las disposiciones del presente título.	profesores pero no motiva a otro sector al dificultarles su ingreso al programa.
---	--

Fuente: Elaboración propia.

### 6.3 Recomendaciones

#### Estatuto de los alumnos

Con respecto a los aspectos mencionados con anterioridad, es posible enunciar algunos ámbitos en los que el Estatuto favorece prácticas que impactan de manera negativa en la operación del plan de estudios. A continuación, se mencionan las que son consideradas de mayor importancia:

1.- La decisión de la Administración, de eliminar la baja definitiva del programa por el retraso en la entrega de documentos que certifican el nivel medio superior, ha generado una disminución en la problemática, por eso se sugiere ampliar los plazos de entrega de estos documentos.

2.- Sobre el artículo 27, en específico el apartado sobre los espacios físicos, es visible que la cantidad de alumnos por sección disminuye en los últimos periodos de la carrera, por lo que sería ideal contar con infraestructura en la que los espacios físicos se adecuen al tamaño de los grupos para optimizar su uso.

3.- Respecto a lo descrito en el segundo párrafo del artículo 28, como puede ser perjudicial para los alumnos en cuanto a los porcentajes de deserción escolar, se propone que en los periodos en que los estudiantes seleccionen cargas de créditos mínimas y no los acrediten, cursen la carga mínima nuevamente al siguiente semestre, además se plantea reforzar la tutoría para los estudiantes que se encuentren en esta situación, poniendo especial énfasis en la planeación de su trayectoria académica.

4.- El artículo 31 presenta un problema de carácter administrativo escolar ya que el sistema de inscripción en línea no incluye en su operación dicha norma. Se sugiere hacer los cambios pertinentes a los sistemas informáticos correspondientes.

5.- En cuanto al artículo 51, para otorgar mayor libertad de decisión a las DES y para evitar controversias, por diferencias en las interpretaciones del enunciado, se sugiere modificar la redacción.

### **Estatuto de Personal Académico**

1.- En relación con lo referido en el Artículo 11, se recomienda implementar mecanismos que favorezcan la conversión del tipo de contratación por asignatura a tiempos completos.

2.- Sobre lo expuesto en el Artículo 21, para generar un ambiente de concordia laboral, se propone realizar la proyección de la carga diversificada anual de forma consensuada entre las partes interesadas.

3.- Para evitar la incertidumbre que lo mencionado en el Artículo 106 podría generar en los profesores, se sugiere concertar las leyes y contratos de forma que se asegure de manera clara la estabilidad laboral de los académicos.

4.- Acerca de lo descrito en los Artículos 116 y 117, sobre la participación de los profesores en el PEDPA, se aconseja proponer mecanismos que alienten la participación de todos los profesores para que se genere un clima de equidad entre el personal académico de la institución.

### **6.4 Bibliografía**

Acuerdo de París. (2015). Naciones Unidas. Francia.

CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Consultado el 19 de noviembre de 2022.

Constitución política de los estados unidos mexicanos (1917). Constitución publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917. Última reforma 18 de noviembre de 2022. México.

CONABIO. (2015). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Coordinación de Información y Servicios Externos. Semarnat. México. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/mares-mexicanos>

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (1992). Naciones Unidas. Río de Janeiro.

Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (Derecho del Mar). (1994). Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. Jamaica.

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente (1988). Diario Oficial de la Federación. México.

Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación, 3 de mayo de 2021. México.

Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables. Diario Oficial de la Federación. Última reforma 24 de abril de 2018. México.

Ley de Aguas Nacionales. Diario Oficial de la Federación. Última reforma 11 de mayo de 2022. México.

Ley Federal del Mar. Diario Oficial de la Federación. Última reforma 8 de enero de 1986. México.

Ley de puertos. Diario Oficial de la Federación. Última reforma 7 de diciembre de 2020. México.

Ley General de Bienes Nacionales. Diario Oficial de la Federación. Última reforma 14 de septiembre de 2021. México.

Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada primero de junio de 2021. México.

Ley General de Cambio Climático. Diario oficial de la federación. Última reforma publicada 11 de mayo de 2022.

Ley Estatal de Protección Ambiental. Gaceta Oficial de la Federación. Última reforma 22 de febrero de 2010. Gobierno del estado de Veracruz. Veracruz, México.

Ley Estatal de Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático en el Estado de Veracruz. Gaceta Oficial de la Federación. Última reforma 2 de julio de 2013. Veracruz, México.

Metodología para la acreditación de las licenciaturas del área de las ciencias del mar. Asociación Nacional de Profesionales Del Mar, A. C. Febrero 2016. México.

Norma Oficial Mexicana NOM-006-SAG/PESC-2016, Para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California. Al margen un sello con el Escudo

Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

Norma Oficial Mexicana. NOM-009-SAG/PESC-2015. Que establece el procedimiento para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de la flora y fauna acuáticas, en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos.-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

Norma oficial mexicana nom-017-pesc-1994, para regular las actividades de pesca deportivo recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos.-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006, Pesca responsable de tiburones y rayas. Estados Unidos Mexicanos.-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Estados Unidos Mexicanos.-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar (RUAMAT). (1991). Diario Oficial de la Federación (Vol. 21). México.

Reglamento en Materia de Impacto Ambiental de la Ley número 62 Estatal de Protección Ambiental. Gaceta Oficial de la Federación 20 de mayo de 2005. Veracruz, México.

Universidad Veracruzana. (12 de 12 de 2008). Estatuto de los alumnos 2008. Xalapa, Veracruz, México.

Universidad Veracruzana. (28 de 05 de 2021). Estatuto del personal académico. Xalapa, Veracruz, México.

## 7. Análisis del programa educativo

### 7.1 Antecedentes del programa educativo

#### 7.1.1 Plan de estudios vigente

El Plan de Estudios de Biología Marina se aprobó el 21 de noviembre de 2007 por la H. Comisión del Área Académica de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, así mismo, el 10 de marzo de 2008 se ratificó y aprobó por el Consejo Universitario General. A partir de 2008 se ofrece en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias región Poza Rica-Tuxpan y en 2020 se abrió en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

El objetivo del Programa Educativo es formar profesionistas con un perfil integral y valores éticos que los provean de competencias para generar conocimiento y comprender los procesos biológicos de los organismos marinos, que conduzcan al manejo adecuado de los recursos biológicos marinos, así como para detectar y proponer estrategias de producción y colaborar en el desarrollo social y cultural de los diferentes sectores, preservando el ambiente marino dentro del marco los provean de del desarrollo sustentable.

Partiendo del Modelo Educativo Integral y Flexible (MEIF), el Programa Educativo de Biología Marina consta de 350 créditos y ofrece a los estudiantes una formación completa y armónica: intelectual, humana, social y profesional. El plan de estudios incluye áreas de formación básica, disciplinaria, terminal y de elección libre que abordan el estudio de los organismos y los procesos biológico - marinos. (<https://www.uv.mx/oferta-educativa/contenido-del-programa/?programa=BMAR-07-E-CR>)

Las experiencias educativas se distribuyen de acuerdo a su área de formación, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 24. Experiencias educativas de acuerdo al área de formación.

Área Básica	Área Disciplinar	Área Terminal	Área de Elección Libre
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computación básica</li> <li>• Habilidades del pensamiento Crítico Y Creativo</li> <li>• Inglés I</li> <li>• Inglés II</li> <li>• Lectura Y Redacción A través Del Análisis Del Mundo Contemporáneo</li> <li>• Física</li> <li>• Matemáticas</li> <li>• Metodología De La Investigación</li> <li>• Química General</li> <li>• Fisicoquímica</li> <li>• Oceanografía Física y Química</li> <li>• Bioestadística</li> <li>• Microbiología Marina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biología Celular</li> <li>• Genética</li> <li>• Bioquímica</li> <li>• Fisiología Animal</li> <li>• Fisiología Vegetal</li> <li>• Sistemática</li> <li>• Diseños Experimentales</li> <li>• Ecología De Poblaciones Marinas</li> <li>• Ecología De Comunidades Y Ecosistemas Marinos</li> <li>• Botánica Marina</li> <li>• Evolución</li> <li>• Invertebrados Marinos I</li> <li>• Invertebrados Marinos</li> <li>• Vertebrados Marinos</li> <li>• Optativas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acuicultura de Invertebrados</li> <li>• Acuicultura de Vertebrados</li> <li>• Conservación</li> <li>• Arrecifes Coralinos</li> <li>• Impacto Ambiental</li> <li>• Lagunas Costeras</li> <li>• Mamíferos marinos</li> <li>• Manejo integral de zonas costeras y marinas</li> <li>• Manglar</li> <li>• Nutrición Acuícola</li> <li>• Gestión Ambiental</li> <li>• Sanidad Acuícola</li> <li>• Servicio Social</li> <li>• Experiencia recepcional</li> </ul>	<p>El estudiante tiene que cubrir 18 créditos para cubrir esta área.</p> <p>En la siguiente liga se pone a disposición un catálogo de las EE que se pueden cursar:</p> <p><a href="https://www.uv.mx/formacionintegral/afel/catalogo-ee/">https://www.uv.mx/formacionintegral/afel/catalogo-ee/</a></p>

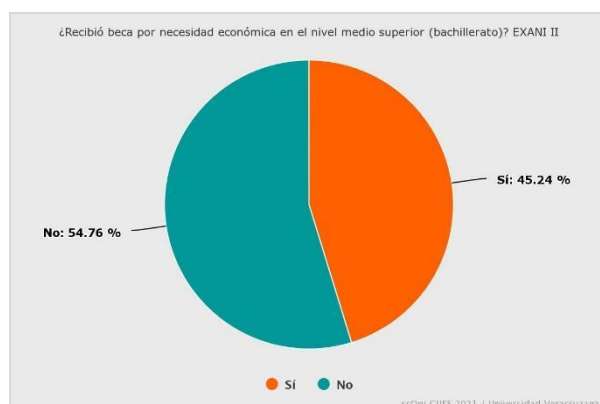
## 7.1.2 Características de los estudiantes

### 7.1.2.1. Socioeconómicas

Un indicador importante para visualizar el nivel socioeconómico de los aspirantes al Programa Educativo de Biología Marina es si contaron con alguna beca por necesidad económica a nivel medio superior (bachillerato), en este sentido, se integró la siguiente información de la base de datos SCOPI 2021 (<https://scopiweb2021.aexiuv.com>) para cada una de las regiones en la que se ofrece dicho programa.



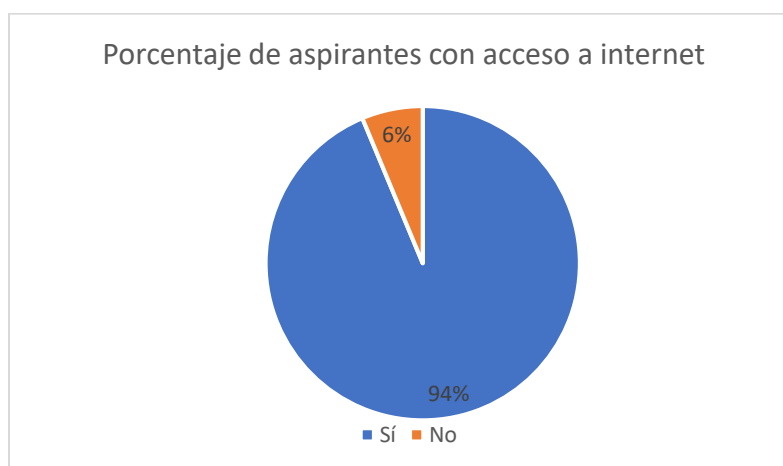
Figura 42. Porcentaje de aspirantes que recibieron alguna beca por necesidad económica.



Fuente: Sistema de Consulta de Perfil de Ingreso de la Universidad Veracruzana, 2021.

De las figuras anteriores, un porcentaje más alto de aspirantes de la región Poza Rica-Tuxpan recibió beca económica durante su estancia a nivel medio superior. A raíz de la pandemia COVID-19, las Experiencias Educativas comenzaron a ofertarse de manera virtual, ante esta situación y considerando que, a pesar del reinicio de actividades presenciales, varias EE son susceptibles de seguir operando en un buen porcentaje de manera virtual, por lo que es importante identificar si los candidatos a cursar el programa educativo cuentan con internet que, en determinado momento, les permita acceder a contenido adicional para su formación académica. El estudio arroja datos favorables, ya que es mínimo el número de aspirantes sin acceso a internet (6 %) (figura 45).

Figura 43. Porcentaje de aspirantes con acceso a internet.



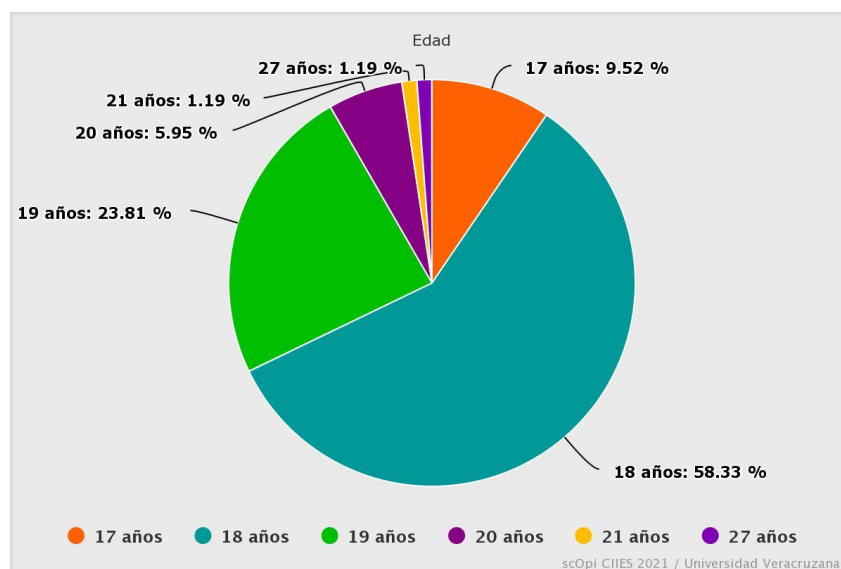
Fuente: Sistema de Consulta de Perfil de Ingreso de la Universidad Veracruzana, 2021.

## 7.2 Personales

### Edad

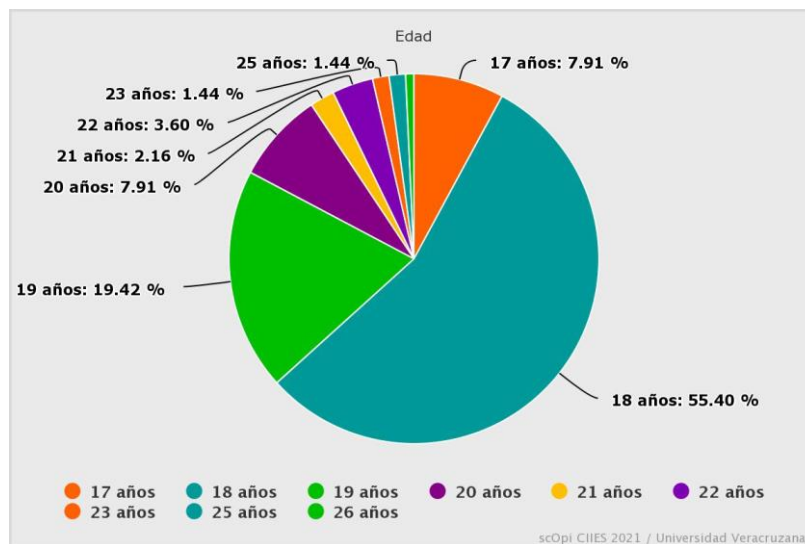
Los siguientes dos figuras (46 y 47) indican la distribución de edades de los aspirantes a cursar Biología Marina Poza Rica-Tuxpan y Veracruz, respectivamente.

Figura 44. Distribución de aspirantes por edades región del PE de Biología Marina Poza Rica-Tuxpan.



Fuente: Sistema de Consulta de Perfil de Ingreso de la Universidad Veracruzana, 2021.

Figura 45. Distribución de aspirantes por edades región del PE de Biología Marina Veracruz.

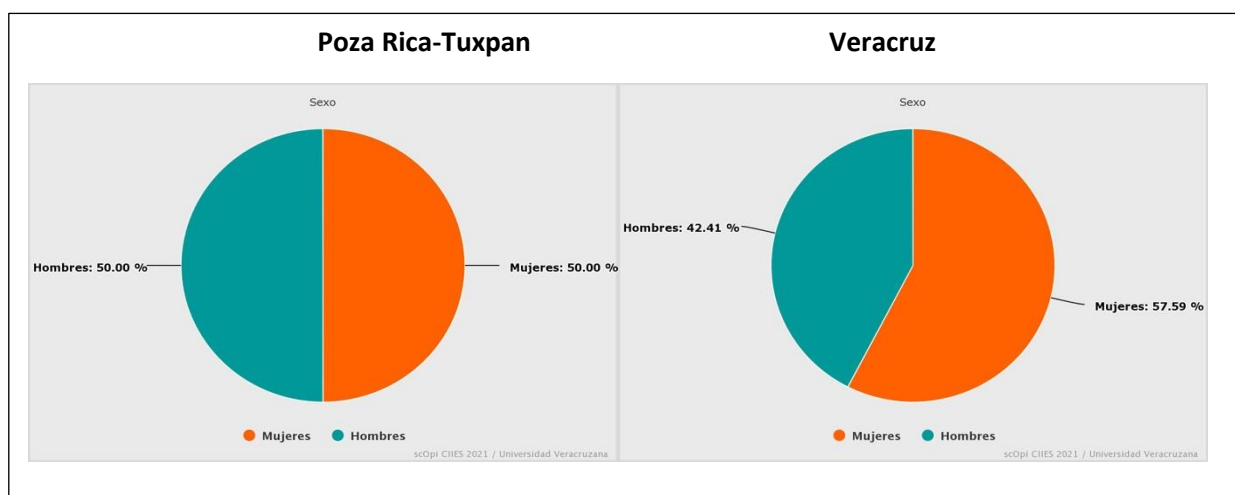


Fuente: Sistema de Consulta de Perfil de Ingreso de la Universidad Veracruzana, 2021.

Entre las edades de 17, 18 y 19 se concentra el mayor número de aspirantes que presentan examen para ingresar, dichas edades corresponden con el final de su ciclo de estudios en el nivel medio superior y la continuidad de su formación en el siguiente nivel.

En la figura 48 se muestra un comparativo del porcentaje de aspirantes por género en cada una de las regiones en las que se ofrece el Programa Educativo. En general, hay un mayor número de mujeres interesadas en cursar la carrera.

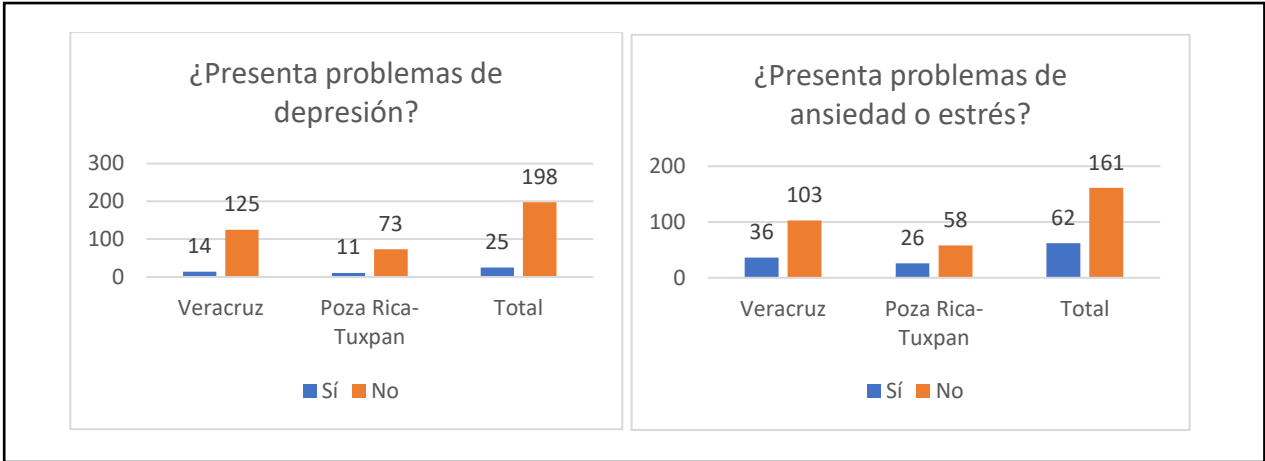
Figura 46. Aspirantes por género de la región Poza Rica-Tuxpan y Veracruz.



Fuente: Sistema de Consulta de Perfil de Ingreso de la Universidad Veracruzana, 2021.

En el apartado de salud (figura 49), se recabó información sobre aspectos como la depresión, ansiedad o estrés. En los resultados, se manifiestan más aspirantes con problemas de ansiedad o estrés, esta situación puede provocar que tengan un desempeño bajo durante sus primeros semestres de ingreso, por lo que, se buscaría asesoría profesional.

Figura 47. Comparativo de estudiantes con problemas de depresión, ansiedad o estrés a nivel regional.



Fuente: Sistema de Consulta de Perfil de Ingreso de la Universidad Veracruzana, 2021.

### 7.3. Escolares

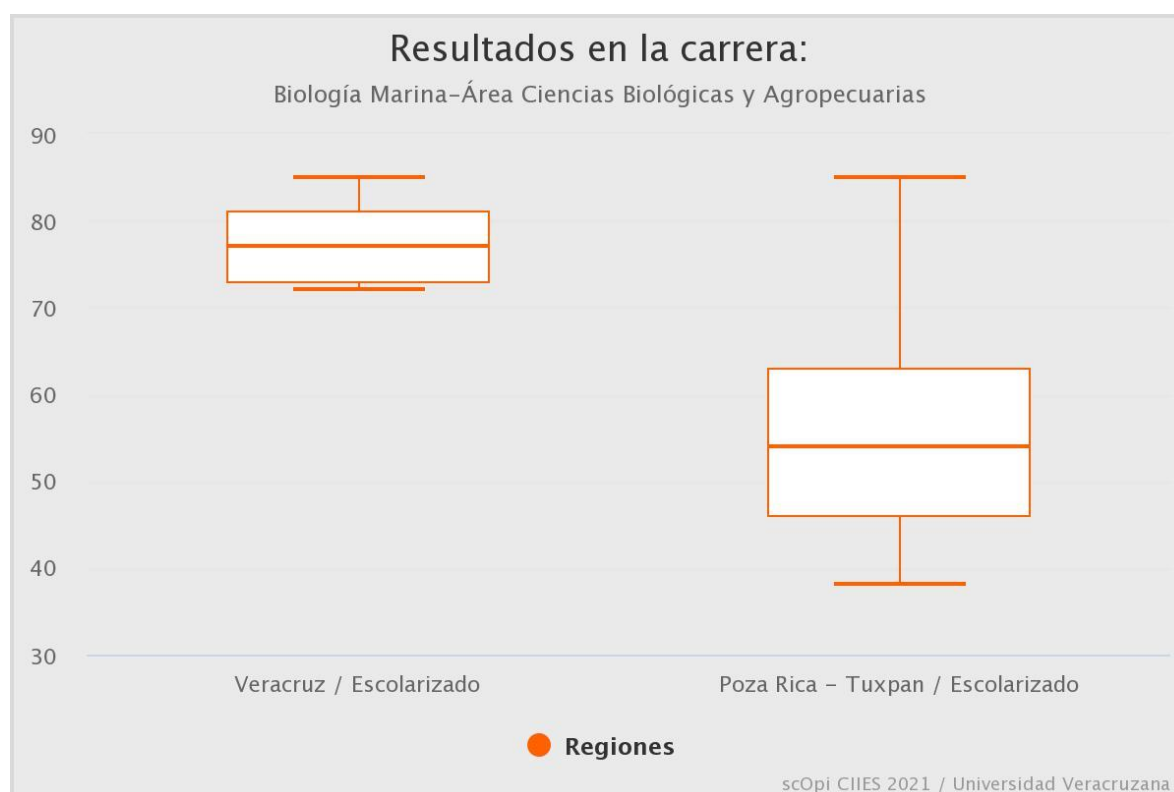
A continuación, se presenta un análisis de los resultados obtenidos en el examen de ingreso a la Licenciatura y TSU CENEVAL. En la tabla 25 y figura 50 se puede visualizar que el porcentaje medio para Biología Marina región Veracruz es de 77.56 y para la región Poza Rica-Tuxpan es de 55.95, con lo que se puede inferir que hay un mayor rezago escolar a nivel preparatorio en los estudiantes que ingresan al programa en la segunda región.

Tabla 25. Comparativo de porcentaje del resultado del examen de ingreso.

Carrera	Región	Aceptados	Mínimo	Media	Máximo
Biología Marina - Escolarizado	Veracruz	25	72.00	77.56	85.00
Biología Marina - Escolarizado	Poza Rica - Tuxpan	60	38.00	55.95	85.00

Fuente: Sistema de Consulta de Perfil de Ingreso de la Universidad Veracruzana, 2021.

Figura 48. Resultados del PE de Biología Marina en las regiones Poza Rica-Tuxpan y Veracruz.



Fuente: Sistema de Consulta de Perfil de Ingreso de la Universidad Veracruzana, 2021.

Continuando con el análisis, en la siguiente tabla se muestra el rendimiento académico del nivel medio superior y superior para la Región Poza Rica-Tuxpan y Veracruz, se confirma que hay un mayor número de aspirantes con mejor grado de aprovechamiento académico. Lo anterior puede estar relacionado por la procedencia de los estudiantes de zonas rurales en las que no se cuenta con recursos didácticos que apoyen a su formación.

Tabla 26. Calificación que obtuvieron los aspirantes en bachillerato.

Región Poza Rica-Tuxpan	
Promedio bachillerato	# Solicitudes
S/D	1
6.6	2
7.2	17
8.0	43
9.6	21
Región Veracruz	
Promedio bachillerato	# Solicitudes
6.8	4

7.3	37
8.7	62
9.0	36

Fuente: Sistema de Consulta de Perfil de Ingreso de la Universidad Veracruzana, 2021.

#### 7.4 Índice de reprobación

De acuerdo a la información obtenida del Sistema Institucional de Programación SIP Planea, el índice de reprobación por EE de la generación 2021 del Programa Biología Marina en la Región Veracruz es menor al 30 %, siendo la EE Computación Básica la de mayor porcentaje con un 22.73 %. Por otro lado en la región Poza Rica-Tuxpan el índice oscila entre el 20 y 30 %, siendo Biología Celular la EE con mayores indicadores con un índice de 20.75 % (tabla 27 y 28).

Tabla 27. Porcentaje de promoción de EE de la región Poza Rica-Tuxpan.

<b>Poza Rica-Tuxpan Biología Marina Generación 2021</b>		
<b>Experiencia Educativa</b>	<b>Cursaron</b>	<b>% General de Promoción</b>
BIOLOGIA CELULAR	53	79.25%
MATEMATICAS	53	83.02%
QUIMICA GENERAL	54	83.33%
INGLES I	54	85.19%
INVERTEBRADOS MARINOS I	53	86.79%
BIOLOGIA MARINA	53	86.79%
COMPUTACION BASICA	54	92.59%
HABILIDADES DEL PENSAMIENTO CRITICO Y CREATIVO	2	100%
INGLES II	3	100%
LECTURA Y REDACCION A TRAVES DEL ANALISIS DEL MUNDO CONTEMPORANEO	3	100%
EMBRIOLOGIA ANIMAL COMPARADA	1	100%
SIG Y PERCEPCION REMOTA	1	100%
ECOLOGIA DE POBLACIONES MARINAS	1	0.00%
FISICOQUIMICA	1	0.00%

Fuente: Sistema Institucional de Programación SiP Planea, Universidad Veracruzana.

Tabla 28. Porcentaje de promoción de EE de la región Veracruz.

<b>VERACRUZ Biología Marina Generación: 2021</b>		
<b>Experiencia Educativa</b>	<b>Cursaron</b>	<b>% General de Promoción</b>
COMPUTACION BASICA	22	77.27%
INGLES I	22	90.91%
MATEMATICAS	22	90.91%
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	22	90.91%
QUIMICA GENERAL	22	90.91%
BIOLOGIA CELULAR	22	90.91%
BIOLOGIA MARINA	22	90.91%
BUCEO	22	90.91%
HABILIDADES DEL PENSAMIENTO CRITICO Y CREATIVO	2	100%
INGLES II	4	100%
LECTURA Y REDACCION A TRAVES DEL ANALISIS DEL MUNDO CONTEMPORANEO	2	100%

Fuente: Sistema Institucional de Programación SiP Planea, Universidad Veracruzana.

Otro índice de reprobación obtenido es el promedio general de cada cohorte generacional de las ultimas 5 generaciones del programa Biología Marina en la región Poza Rica-Tuxpan, el cual es menor al 20 %, siendo la generación 2021 la que presenta un mayor índice con un 18.34 % (tabla 29).

Tabla 29. Promedio general por generación del PE de Biología Marina región Poza Rica-Tuxpan.

<b>Promedio general de índice de reprobación – Región Poza Rica-Tuxpan</b>					
<b>Biología Marina</b>	<b>GEN 20</b>	<b>GEN 19</b>	<b>GEN 18</b>	<b>GEN 17</b>	<b>GEN 16</b>
	18.34%	11.02%	10.74%	12.97%	7.74%

Fuente: Sistema Institucional de Programación SiP Planea, Universidad Veracruzana.

## 7.5 Índice de deserción

En la siguiente tabla se hace un comparativo de la tasa de deserción de las generaciones S17 a la S20, esta última, indica el inicio de operaciones del programa educativo en la región Veracruz. Durante los primeros periodos se tiene un índice bajo de deserción que se va incrementando conforme va transcurriendo el tiempo de permanencia debido a distintas causas, por ejemplo: bajo desempeño, cambio de programa educativo, problemas personales, etc.

Tabla 30. Índice de deserción.

Programa educativo	Región	S17	S18	S19	S20
<b>Biología Marina</b>	Poza Rica-Tuxpan	33.33%	11.67%	4.76%	3.23%
<b>Biología Marina</b>	Veracruz				4.76%

Fuente: Sistema Institucional de Programación SiP Planea, Universidad Veracruzana.

Otro factor que ha provocado el aumento de la deserción, fue la pandemia por COVID-19, al inicio de ella existieron dificultades para continuar con los programas de las experiencias educativas y diversas circunstancias aunadas al aislamiento, presentadas por los estudiantes, como la conexión a internet, hicieron que varios terminaran abandonando sus clases y en varios casos incluso el programa.

La Comisión Técnico-Académica de Ingreso y Escolaridad emitió acuerdos relacionados con trámites escolares y bajas definitivas aplicables en el periodo escolar febrero-julio 2022, con la finalidad de recuperar estudiantes que se vieron afectados por las situaciones anteriores. Consultar: <https://www.uv.mx/estudiantes/files/2022/01/CTAIE-31-de-enero-2022.pdf>

## 7.6 Eficiencia terminal

A continuación, se presenta la tabla 31 con información de la eficiencia terminal del Programa Educativo de Biología Marina región Poza Rica-Tuxpan, como se puede ver, se incrementa conforme transcurren los semestres, por lo que la tendencia es que los estudiantes cubren el total de los créditos en el periodo máximo.

Es importante mencionar que el dato corresponde al comparativo de estudiantes egresados contra el primer ingreso en la carrera, no se descuentan las bajas definitivas que se han presentado en cada una de las generaciones presentadas, esta situación hace que el porcentaje de eficiencia terminal no alcance valores superiores al 70 %.



Tabla 31. Eficiencia terminal por generación.

Programa educativo	Región	GEN 14	GEN 15	GEN 16	GEN 17
Biología Marina	Poza Rica-Tuxpan	60.66%	36.67%	7.02%	1.67%

Fuente: Sistema Institucional de Programación SiP Planea, Universidad Veracruzana.

## 7.7 Tiempo promedio de egreso/titulación

El plan de estudios de Biología Marina de 2007 surge bajo el Modelo Educativo Integral y Flexible (MEIF), esta situación permite a los estudiantes cursar el programa educativo en un intervalo de tiempo determinado de la siguiente manera: total de créditos para acreditar el programa educativo= 350 créditos

Periodo estándar:

Estándar = 350 créditos/50 créditos por semestre = 7 semestres

Periodo mínimo = 7 semestres \* 0.75 = 5 semestres

Periodo máximo = 7 semestres \* 1.5 = 11 semestres

Consultar:

<https://www.uv.mx/oferta-educativa/mapa-curricular/?programa=BMAR-07-E-CR>

Durante dichos periodos, el estudiante deberá cubrir los requisitos indicados en el Estatuto de los Alumnos 2008, de acuerdo a las diferentes modalidades de titulación.

## 7.8 Características del personal académico

### 7.8.1. Perfil disciplinario

Para realizar el análisis de los perfiles disciplinarios, se generó el reporte SYRIPPA-AUTOROIZACIÓN del SIIU en el que se pueden visualizar los académicos que

imparten EE educativas y a partir de esto determinar los perfiles existentes. La siguiente tabla muestra los académicos por región y sus perfiles disciplinarios.

Tabla 32. Distribución de perfiles disciplinarios por región.

PERFIL DISCIPLINARIO	POZA RICA-TUXPAN	VERACRUZ	TOTAL
ACUACULTURA	1		1
BIOLOGÍA	2		2
BIOLOGÍA MARINA	8		8
BIOTECNOLOGÍA	1		1
BOTÁNICA MARINA		1	1
CIENCIAS DE LA TIERRA		2	2
CIENCIAS MARINAS Y PESQUERÍAS		2	2
CONSERVACIÓN Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES	1		1
ECOLOGÍA MARINA	1		1
ECOLOGÍA MARINA Y ESTUARINA	1		1
ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS	1		1
GEOGRAFÍA	1		1
MANEJO DE RECURSOS PESQUEROS	1	1	2
MECÁNICO ELECTRICISTA	1		1
OCEANOGRAFÍA		1	1
OCEANOGRAFÍA FÍSICA		2	2
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>28</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del SIU-Universidad Veracruzana.

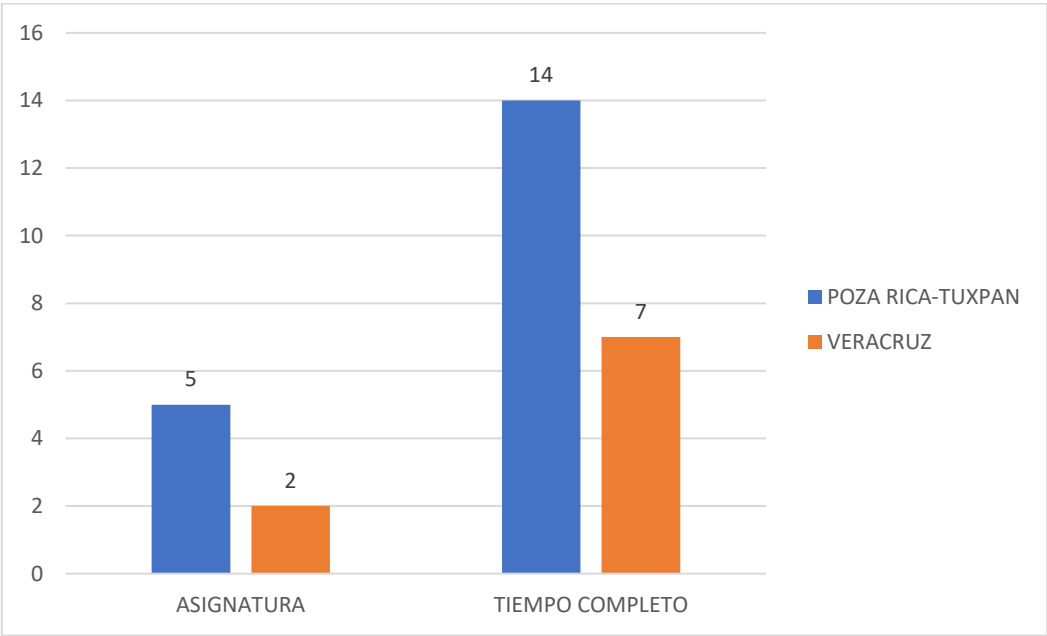
### 7.8.2 Perfil docente

El perfil docente, con que cuenta el programa educativo de Biología Marina que se oferta en las regiones de Veracruz y Poza Rica-Tuxpan, incluye biólogos marinos, biólogos, hidrobiólogo, oceanólogos, todos con estudios de maestría y/o doctorado en instituciones de prestigio. De acuerdo con su experiencia laboral y sus actividades docentes y de investigación, tienen fortalezas en: Oceanografía Costera, Ecología y Manejo de Recursos Naturales, Ecología Acuática y Pesca, Recursos Genéticos y Biotecnología.

7.8.2.1 Tipo de contratación y categoría

La Universidad maneja varios tipos de contratación que se van adecuando de acuerdo a las distintas circunstancias que se pueden presentar a la hora de cubrir una EE, en este sentido pueden ser contratados como Planta, Interino por Plaza, Interino por Persona, Interino por Tiempo Determinado, Interino por Plaza con Plaza e Interino por Persona con Plaza. Con relación a su categoría, se tienen contemplados dos tipos: profesor de tiempo completo y por asignatura. A continuación, se presenta una gráfica con la cantidad de profesores por categoría y por región.

Figura 49. Tipo de contratación de profesores.



Fuente: DGAACBA.

7.8.2.2 Rango de edad

Es importante conocer el promedio de edad de los profesores que imparten materias en el programa educativo, ya que permitirá realizar un análisis sobre las acciones a realizar para un plan de relevo generacional gradual (tabla 33).

Tabla 33. Cantidad de profesores por edad y región.

EDAD	POZA RICA-TUXPAN	VERACRUZ	TOTAL
------	------------------	----------	-------

33	1		1
34	1	1	2
38	1		1
46	1	1	2
47	1	1	2
49	1	1	2
50	2		2
51	3		3
52	1		1
53	2	2	4
54		2	2
55	1		1
56		1	1
58	1		1
60	1		1
66	1		1
73	1		1
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>28</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del FPI-Universidad Veracruzana.

En el gráfico anterior se puede visualizar que la mayor cantidad de profesores se encuentran dentro de los 46 a 56 años, por lo que, se tiene que contemplar un plan de relevo generacional a mediano plazo ante la situación de jubilaciones.

### 7.8.2.3 Proporción docente/alumno

La matrícula registrada en el actual periodo cuenta con una matrícula de 245 y 36 en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias-Poza Rica-Tuxpan y Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, respectivamente. De acuerdo a estos datos y considerando la cantidad de profesores que imparten en cada una de las regiones, tenemos la siguiente proporción:

- Para la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Poza Rica-Tuxpan:  $245 \text{ estudiantes} / 19 \text{ docentes} = 12.89 \text{ estudiantes por docente}$ .
- Para la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia:  $36 \text{ estudiantes} / 9 \text{ docentes} = 4 \text{ estudiantes por docente}$

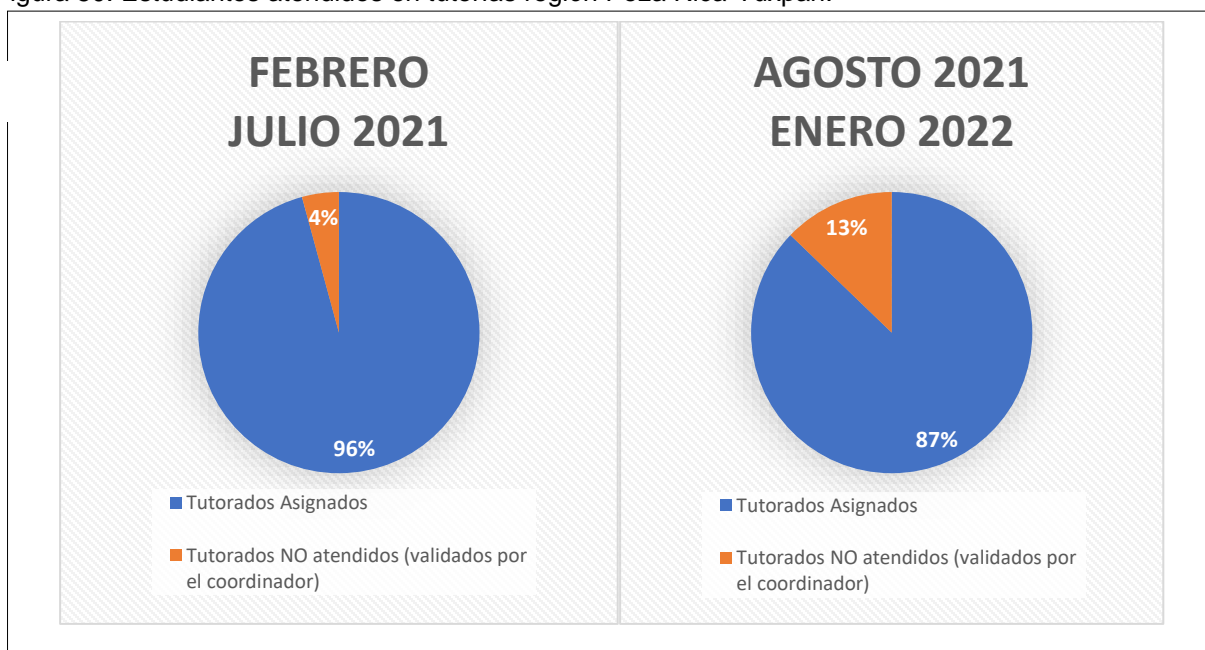
El organismo acreditador (ANPROMAR) determina en su metodología para la acreditación de las licenciaturas del área de las ciencias del mar que la relación entre el número total de profesores y alumnos deberá ser de 1:25. En relación con esto, se puede puntualizar que se tiene una proporción alumno-profesor que permite dar atención adecuada a los estudiantes.

#### 7.8.2.4 Relación tutor/tutorado

En lo que se refiere a tutorías, se tomaron como referencia los dos periodos anteriores, febrero-Julio 2021 y agosto 2021-enero 2022.

En la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias región Poza Rica-Tuxpan, durante el periodo Febrero-Julio 2021, se tuvo una matrícula de 236 estudiantes de los cuales se atendieron 226 (96 %) y para el periodo agosto 2021-enero 2022 se atendieron 218 estudiantes de un total de 250 (87 %). Datos tomados del Sistema Institucional de Tutorías de nuestra Universidad.

Figura 50. Estudiantes atendidos en tutorías región Poza Rica-Tuxpan.



Fuente: Sistema Institucional de Tutorías de la Universidad Veracruzana.

Para el programa adscrito a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia se han atendido al 100 % de los estudiantes, 16 en el periodo Febrero-Julio 2021 y 37 en el de agosto 2021-enero 2022.

Figura 51. Estudiantes atendidos en tutorías región Veracruz.



Fuente: Sistema Institucional de Tutorías de la Universidad Veracruzana.

Con respecto a los tutores, en la región Poza Rica-Tuxpan, se registraron 24 y 25 tutores con estudiantes asignados en los periodos Febrero-Julio 2021 y agosto 2021-enero 2022, respectivamente, durante el primer periodo un tutor no registró actividad tutorial y en el segundo, fueron dos docentes.

En el caso de la región Veracruz, se tienen a seis tutores con estudiantes asignados en los dos periodos de estudio, en ambos casos la actividad fue del 100 %. Tomando en consideración la matrícula actual y los tutores registrados en el periodo anterior, tenemos la siguiente relación:

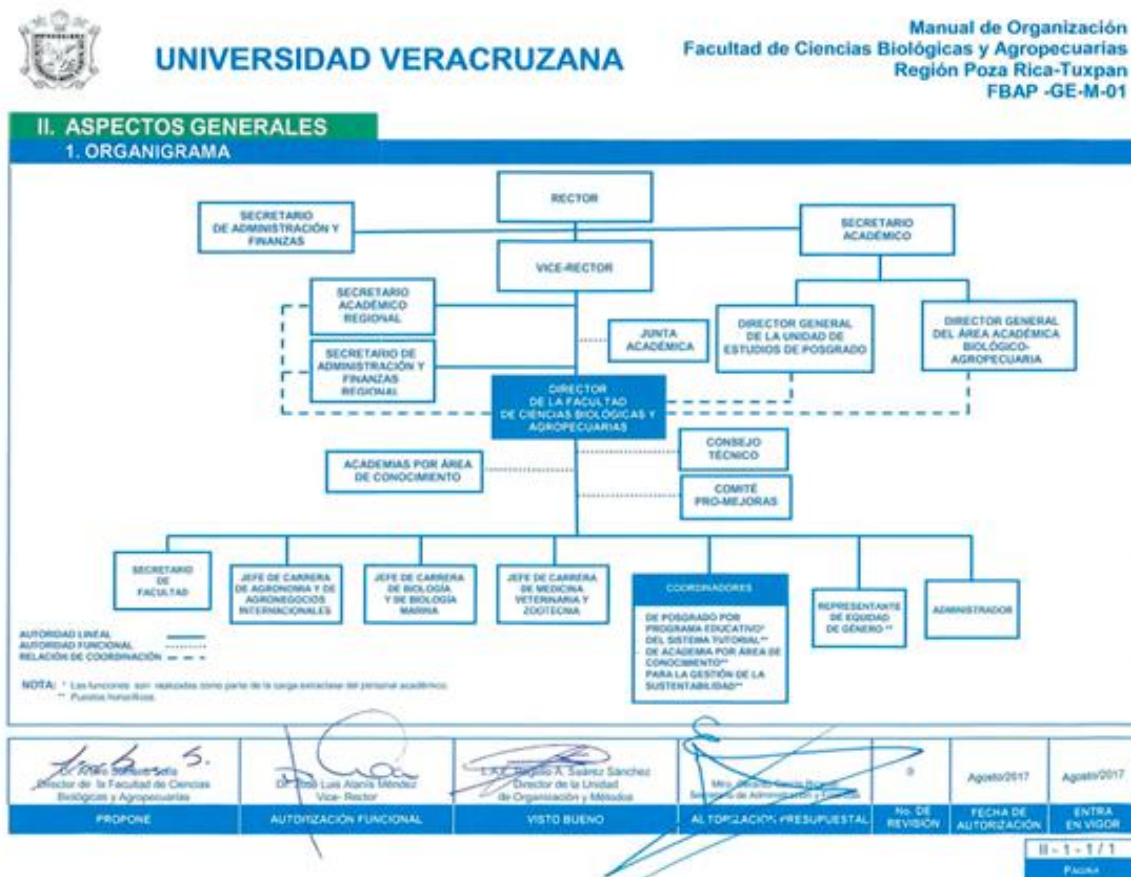
- Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Poza Rica-Tuxpan  
245 estudiantes/25 docentes = 9.8 estudiantes por docente.

- Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
36 estudiantes/6 docentes = 6 estudiantes por docente

### 7.8.3. Características de la organización académico-administrativa

#### 7.8.3.1. Organigrama

Figura 52. Organigrama, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Región Poza Rica-Tuxpan.



Fuente: Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias región Poza Rica-Tuxpan.

Región Poza Rica-Tuxpan

- **Dra. Rosa Idalia Hernández Herrera** - Directora de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.

- Figura 53. Organigrama, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Región Veracruz.



- **Dr. Jorge Genaro Vicente Martínez** - Director de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- **MVZ. Fabian Francisco Vanoye Lara** - Secretario académico.
- **LAE. Yadira Sarmiento Mora** - Administrador de la Facultad.
- **Dra. Patricia Deveze Murillo** - Jefa de la carrera de Agronegocios Internacionales.



### **7.7.3.2 Funciones**

El **Director** de la facultad es el encargado de planear, organizar, dirigir y controlar las actividades a su cargo, y en su caso, dirigir y coordinar los estudios de posgrado que se impartan en la Facultad (Artículo 84 del Estatuto General).

El **Secretario** de la Facultad será responsable de la organización y control de las actividades inherentes a la administración escolar de la entidad académica, así como el fedatario de la misma y el responsable de las actividades de apoyo técnico a las labores académicas (Artículo 86 del Estatuto General).

El **Administrador** es el responsable de vigilar que el patrimonio de la entidad académica o dependencia donde realiza su función, así como los recursos financieros, humanos y materiales se utilicen y ejerzan con responsabilidad, transparencia y legalidad (Artículo 314 del Estatuto General). Además de las obligaciones que establecen los artículos 4 y 336 de este Estatuto, el Administrador tendrá las atribuciones del artículo 317.

El **Jefe de Carrera** será responsable de planear, organizar, dirigir y controlar las actividades de la carrera a su cargo, realizando actividades de coordinación y apoyo con el director de la Facultad para el logro de sus objetivos (Artículo 89 del Estatuto General).

### **7.8.4. Características de la infraestructura, el mobiliario, el equipo y los materiales**

#### **7.8.4.1 Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Poza Rica-Tuxpan**

Las instalaciones se comparten con cuatro Programas Educativos de Licenciatura (Biología, Ingeniero Agrónomo, Agronegocios Internacionales y Medicina Veterinaria y Zootecnia). Cuenta con:

- El Centro de Cómputo (36 equipos de Cómputo con conexión a Internet, 1 Proyector de Vídeo, 1 Impresora, 1 Escáner).
- Biblioteca con horario de Atención de 7:00 hrs a 21:00Hrs.
- La Biblioteca cuenta con 2,587 títulos de los diferentes P.E. y 5,469 Volúmenes. Además, cuenta con 15 mesas de trabajo con 4 espacios cada una y aires acondicionados para que los alumnos de la DES, puedan realizar sus trabajos. Cuenta con 5 equipos de cómputo para consultar el catálogo en línea.
- Auditorio con un cupo de 150 personas, sonido y vídeo, sistema de video conferencias y climatización.
- Sala de Juntas con sonido y video, pintarrón, sistema de video conferencias y aire Acondicionado.
- Cancha Deportiva que se utiliza para la E.E. de deportes y eventos deportivos.
- Se adaptó el espacio de la antigua biblioteca como 3 salones que funcionan para clases.
- Laboratorios de química y física con diversos materiales y reactivos para sus prácticas, equipo de buceo, lancha con motor fuera de borda e instrumental de laboratorio para medición de parámetros fisicoquímicos.

#### **7.8.4.2. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, región Veracruz.**

Las instalaciones de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia se comparten con los programas de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Agronegocios Internacionales y Biología Marina, los recursos físicos disponibles son:

- Biblioteca y Servicios de Información «MVZ Jesús Tavizón Araiza»: cuenta con un acervo de 8,847 volúmenes y 3, 819 títulos a mayo de 2007, integrada al Sistema de la red Bibliotecas de la UV, cuyo acervo está dispuesto en línea y ofrece acceso en línea a revistas electrónicas, base de datos, consulta a bancos de información, en la sede se ofrece servicio de consulta en sala y

préstamo a domicilio, de videos, discos compactos y revistas especializadas indexadas de 1990 a la fecha.

- Centro de Computo con equipos con acceso a internet, se prestan servicios de impresión y digitalización de documentos, así como programas de análisis estadístico de datos.
- Sala de Educación Continua y Videoconferencias “MVZ José Manuel Paez Corral”
- Laboratorio de Lactología «MVZ Mario Cisneros Ponce»
- Laboratorio de Toxicología
- Laboratorio de Microbiología, Inmunología y Virología
- Laboratorio de Bioquímica
- Laboratorio de Histología
- Laboratorio de Parasitología
- Cancha deportiva múltiple
- Posta Zootécnica Torreón del Molino: Laboratorio de Aislamiento del Agente Etiológico, Laboratorio de Alteraciones Funcionales, Laboratorio de Biología de la Reproducción, Laboratorio de Biología Molecular, Laboratorio de Cultivos Celulares, Laboratorio de Fauna Silvestre, Laboratorio de Nutrición, Laboratorio de Parasitología, Laboratorio de Radioinmunoanálisis.
- Se cuenta con equipo de buceo, una lancha, equipo e instrumental para prácticas de campo y laboratorio.

## 8. Ideario

En la convivencia con los ecosistemas marinos y costeros se dan múltiples relaciones que implican interacciones complejas con las personas. Como advertimos en los estudios previos, en los litorales de las costas marinas, los seres humanos desarrollan distintas actividades que van desde el turismo, pesca, entretenimiento, esparcimiento, entre otras que implican el posicionamiento de ciertos valores que permitan una convivencia sana con el ambiente marino y costero.

Hablar de valores es importante ya que éstos hacen posible la convivencia entre los miembros de la sociedad, en específico, considerarlos en el plan de estudios universitario es relevante ya que las Instituciones de Educación Superior son el espacio en el que los ciudadanos adquieren conocimientos de gran valor para su óptimo desarrollo en la sociedad, en este caso, la Universidad Veracruzana enfatiza la formación humana y social de los alumnos. De este modo, el ideario es el conjunto de valores que orienta la vida universitaria y el quehacer educativo en todas las entidades académicas. En éste se incluye la visión del hombre, del mundo y de la educación; es por ello que su construcción es de vital relevancia.

El ideario se construye considerando las problemáticas sociales y medioambientales que se detonan en los ecosistemas marinos y costeros, es por eso que se toman en cuenta la perspectiva sustentable desde sus tres pilares: social, ambiental y económico. Lo anterior para abordar la disciplina desde la responsabilidad social.

Tabla 34. Muestra la definición, actitudes e indicadores de cada uno de los aspectos descritos en el ideario.

Nombre	Definición	Actitudes	Indicadores
Sustentabilidad	Compromiso con el cuidado	<ul style="list-style-type: none"><li>• Respeto</li><li>• Responsabilidad</li></ul>	Cuidado, uso responsable y consciente

	del medio ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compromiso</li> </ul>	de los recursos marinos y costeros.
Respeto a la naturaleza	Manejo sustentable de los recursos marinos y costeros que son indispensables para la vida.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compromiso</li> <li>• Cuidado</li> <li>• Crítica</li> <li>• Responsabilidad</li> <li>• Atención</li> <li>• Respeto</li> <li>• Congruencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoración de los impactos negativos a los ecosistemas marinos.</li> <li>• Manejo responsable de los recursos marinos y costeros para no afectar su disponibilidad en el futuro.</li> <li>• Uso de energías limpias.</li> <li>• Cuidado de la biodiversidad.</li> <li>• Cumplimiento y apego a las legislaciones sobre el cuidado del entorno natural.</li> </ul>
Respeto por la diversidad	Compromiso y participación en el planteamiento de soluciones a las problemáticas de los ecosistemas marinos con relación a los derechos humanos y a los contextos socioculturales para apoyar a reforzar la responsabilidad de las	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solidaridad</li> <li>• Empatía</li> <li>• Generosidad</li> <li>• Cuidado</li> <li>• Disposición de servicio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de las problemáticas en los ecosistemas marinos.</li> <li>• Conciencia de las necesidades sociales.</li> <li>• Planteamiento de soluciones integrales a las problemáticas.</li> <li>• Inclusión de las comunidades en la solución de los problemas a los que se enfrentan.</li> </ul>

	comunidades con la sustentabilidad.		
Cuidado animal	Procurar el bienestar animal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respeto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contar con valores biológicos.</li> <li>• Reconocer a los animales como seres sintientes y sujetos de derechos.</li> </ul>
Ética profesional	Valores y normas que rigen el comportamiento de los profesionistas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profesionalismo</li> <li>• Ética</li> <li>• Respeto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajar por el bien común.</li> <li>• Cumplir con reglas, normas y leyes.</li> </ul>
Responsabilidad social	Obligación que tienen los individuos de responder ante la sociedad para contribuir al bienestar común.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empatía</li> <li>• Responsabilidad</li> <li>• Profesionalismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de las necesidades sociales.</li> <li>• Vinculación con la sociedad.</li> <li>• Promover la accesibilidad de los recursos a todos los miembros de la sociedad.</li> </ul>
Actualización constante y perseverancia	Determinación para la constante actualización y superación personal en aspectos tanto profesionales como personales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perseverancia</li> <li>• Compromiso</li> <li>• Constancia</li> <li>• Disciplina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constancia en la actualización de los saberes profesionales.</li> <li>• Uso de perspectivas multi, inter y transdisciplinarias ante los problemas de los ecosistemas marinos.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

## 9. Misión

Formar profesionistas con un perfil integral y valores éticos que les permita generar conocimiento para comprender los procesos biológicos y ecológicos de los ecosistemas marinos y costeros para un manejo responsable de los mismos. Así mismo, serán capaces de detectar problemáticas y proponer estrategias que contribuyan al desarrollo de los diferentes sectores sociales, conservando el ambiente dentro del marco del desarrollo sustentable.

## 10. Objetivos

### 10.1 Objetivo General:

Formar profesionistas en el ámbito de las ciencias marinas con un perfil integral y con valores éticos que les permitan generar conocimiento para comprender los procesos biológicos y ecológicos de los ecosistemas marinos y costeros para un manejo responsable de los mismos. Así mismo, serán competentes para identificar áreas de oportunidad y proponer soluciones que contribuyan al desarrollo de los diferentes sectores sociales, conservando los ecosistemas de manera sustentable.

### 10.2 Objetivos específicos:

- Intelectual. Promover el desarrollo del pensamiento lógico, crítico y creativo con una visión de aprendizaje autónomo, que le permita al estudiante la generación y construcción de nuevos saberes relacionados al manejo sustentable de los recursos marinos y costeros para la solución de problemas.
- Humano. Fomentar la responsabilidad, respeto, empatía, solidaridad e interculturalidad que denoten principios y valores, tales como la justicia, equidad, honestidad que fortalezcan el crecimiento personal profesional, emocional y la formación de ciudadanía.
- Social. Contribuir al fortalecimiento de los valores y actitudes que le permitan al estudiante relacionarse, trabajar de manera colaborativa propiciando la reducción de desigualdades sociales a través del planteamiento de acciones sustentables.

- Profesional. Proporcionar al estudiante los saberes teóricos, heurísticos y axiológicos que sustentan el perfil profesional del biólogo marino para su inserción en el ámbito laboral.

## 11. Estructura curricular

### 11.1 Competencias Genéricas Biología Marina

**Diagnosticar.** Identificar las problemáticas asociadas a los ecosistemas marinos y costeros a través de la evaluación y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos de los componentes ambientales, económicos y sociales de dichos ecosistemas.

**Planificar.** Llevar a cabo la sistematización de una serie de acciones y estrategias para cumplir objetivos relativos a la generación y divulgación de conocimientos, el desarrollo de actividades pesqueras, acuícolas, de conservación y manejo de ecosistemas bajo un enfoque sustentable.

**Gestionar.** Generar y administrar el avance de proyectos relacionados con ecosistemas marinos y costeros; asumir y ejercer la responsabilidad de un conjunto de actividades y recursos económicos y humanos con base en las necesidades y las áreas de oportunidad.

**Evaluar.** Analizar datos cualitativos y cuantitativos de los ecosistemas marinos y costeros para establecer o determinar su estado de conservación y de esta manera se puedan lograr metas relacionadas con el enfoque de un manejo sustentable de los recursos marinos y costeros.

**Ejecutar.** Realización de una acción o una serie de acciones para el desarrollo de proyectos productivos, de conservación e investigación en cumplimiento de la legislación vigente.

**Investigar.** Realizar la generación, búsqueda y análisis de información para obtener nuevos conocimientos de los ecosistemas marinos y costeros para proponer alternativas de solución a los problemas ambientales y sociales.

**Comunicar.** Transmitir conocimiento a la comunidad científica y sociedad de manera clara y responsable a través de diferentes medios, para llevar a cabo diversas actividades de gestión, capacitación y divulgación.



**Intervenir.** Aplicar los conocimientos que surgen de la investigación científica y tecnológica para contribuir al desarrollo y eficiencia del aprovechamiento de los recursos marinos de manera sustentable, establecimiento de estrategias de conservación e incidir en la modificación de la legislación ambiental.

**Incluir.** Promover la incorporación igualitaria, los derechos humanos y la sustentabilidad a proyectos productivos, de investigación y conservación de grupos minoritarios y en situación de vulnerabilidad, así como acceso al conocimiento.

### **11.2 Competencias específicas**

- 1) Conocer la biodiversidad marina en los diferentes niveles de organización biológica en los ecosistemas costeros y marinos.
- 2) Generar proyectos productivos, de conservación y de investigación en el ámbito de la biología marina.
- 3) Identificar y resolver problemas de contaminación que impacten la biodiversidad marina y a la sociedad.
- 4) Apropiarse de herramientas didácticas para transmitir información científica en los diferentes sectores educativos y al público en general.
- 5) Uso e innovación de tecnologías para cultivar y extraer productos marinos que garanticen la seguridad alimentaria.

## **12. Perfiles**

### **12.1 Perfil de ingreso**

El aspirante a cursar la licenciatura en Biología marina deberá poseer interés por el ambiente marino, además de compromiso y respeto a los seres vivos, disponibilidad para el trabajo en equipo y compromiso con el desarrollo social y económico relacionado con el mar. El aspirante debe contar con una actitud crítica y capacidad para realizar actividades de conservación, producción e investigación. Iniciativa para desarrollar trabajo de campo y de laboratorio en el ámbito marino y costero e interés por la difusión del conocimiento.

## **12.2 Perfil de egreso:**

- 1) Conocer la biodiversidad marina en los diferentes niveles de organización biológica en los ecosistemas marinos y costeros.
- 2) Elaborar estrategias y diagnósticos sobre el estado de conservación de los ecosistemas marinos y costeros.
- 3) Formular proyectos de conservación, producción y de investigación en el ámbito de la biología marina para contribuir al desarrollo sustentable.
- 4) Identificar y resolver problemas que impacten a la biodiversidad marina y a la sociedad con el fin de establecer lineamientos y estrategias para restaurar los ambientes marinos y costeros, así como la recuperación de especies amenazadas y en peligro de extinción.
- 5) Transmitir y divulgar de manera eficiente la información técnica y científica relacionada a la biología marina a los diferentes sectores educativos y al público en general.
- 6) Diseñar, aplicar e innovar tecnologías para cultivar y extraer productos marinos que garanticen la seguridad alimentaria de forma sustentable para beneficio de la sociedad con énfasis en grupos vulnerables.
- 7) Ser un profesional con valores y principios éticos de igualdad, justicia, integridad, tolerancia, inclusión, honestidad y solidaridad.

## 13. Mapa Curricular

ÁREA DE FORMACIÓN BÁSICA GENERAL				
EXPERIENCIAS EDUCATIVAS	TEORIA	PRACTICA	CREDITOS	REQUISITO
Literacidad digital	0	0	4	
Pensamiento crítico para la solución de problemas	0	0	4	
LENGUA I: INGLÉS	0	0	4	
LENGUA II: INGLÉS	0	0	4	
Lectura y escritura de textos académicos	0	0	4	
ÁREA DE FORMACIÓN BÁSICA DE INICIACIÓN A LA DISCIPLINA OBLIGATORIAS				
Física	2	2	6	
Matemáticas	4	0	8	
Biología	2	2	6	
Química	2	2	6	
Fisicoquímica	2	2	6	
Oceanografía	4	2	10	
Estadística	2	2	6	
Formulación y evaluación de proyectos	2	2	6	
Bioética	2	2	6	
ÁREA DE FORMACIÓN DISCIPLINARIA OBLIGATORIAS				
Biología celular	4	2	10	
Bioquímica	2	2	6	Química
Genética	4	2	10	Bioquímica
Fisiología de organismos marinos	4	2	10	
Taxonomía y sistemática	2	2	6	
Biología pesquera	2	2	6	
Ecología marina	4	2	10	
Legislación ambiental	4	0	8	

Botánica marina	4	2	10	
Evolución	2	2	6	
Invertebrados marinos I	4	2	10	
Invertebrados marinos II	4	2	10	
Vertebrados marinos	4	2	10	
Impacto ambiental	2	2	6	
Sistemas de información geográfica (SIG)	2	2	6	
Conservación y manejo integral de la zona costera	2	2	6	
Métodos hidrobiológicos	3	2	8	
Biogeografía marina	3	2	8	
Métodos cuantitativos	2	2	6	Estadística
Didáctica general	2	2	6	
Embriología	2	2	6	Fisiología de organismos marinos
Gestión ambiental	3	2	8	
Metodología de la investigación	2	2	6	
<b>ÁREA DE FORMACIÓN TERMINAL OBLIGATORIAS</b>				
Servicio Social	0	0	12	
Experiencia recepcional	0	0	12	
<b>ÁREA DE FORMACIÓN TERMINAL OPTATIVAS (32 credits)</b>				
Sanidad y nutrición acuícola	3	2	8	
Acuicultura	3	2	8	
Administración de empresas pesqueras y acuícolas	3	2	8	
Cultivos marinos	3	2	8	
Ictiología	3	2	8	
Mamíferos marinos	3	2	8	
Ecosistemas de manglares	3	2	8	
Ecosistemas de pastos marinos	3	2	8	

Aves y reptiles	3	2	8	
Lagunas Costeras	3	2	8	
Arrecifes coralinos	3	2	8	
Remediación ambiental	3	2	8	
Contaminación	3	2	8	
Cambio climático	3	2	8	
Microbiología marina	3	2	8	
Biología molecular	3	2	8	
Biotecnología marina	3	2	8	
Buceo	2	4	8	
<b>AREA DE FORMACION DE ELECCION LIBRE</b>				
ELECCION LIBRE	0	0	18	

## **14. Estrategias de operación**

Área de Formación Básica General: está conformada por un conjunto de EE que tienen el propósito, por un lado, de desarrollar conocimientos, habilidades y destrezas básicas en cualquier estudiante universitario, y por el otro, iniciar en el abordaje de saberes propios de la disciplina que tienen, en cierto modo, un carácter introductorio en el ámbito de la profesión. Las EE que la integran son: Literacidad Digital, Pensamiento Crítico para la Solución de Problemas, Lengua I, Lengua II y Lectura y Escritura de Textos Académicos.

Dado que las EE que forman esta área de formación facilitan el desarrollo de los conocimientos básicos, es necesario que sean cursadas dentro del primer 50 % de los créditos del plan de estudios, en este sentido, se cuenta con el examen ordinario como única oportunidad, con la posibilidad de re-inscribirse por dos períodos más y acreditar un examen de última oportunidad.

Las modalidades para cursar estas EE son diversas: presencial, en línea, autoaprendizaje, intersemestral, demostración de competencias, transferencia de créditos, durante todo el semestre escolar, Curso virtual Semipresencial Intensivo (4 semanas), Examen con certificación. Los estudiantes tienen la posibilidad de optar por cursar estas experiencias en cualquier entidad y en cualquier región de la Universidad Veracruzana, ya que forman parte del modelo educativo institucional.

Área de Iniciación a la Disciplina: para sentar las bases de la profesión, es necesario el abordaje de saberes básicos que sirvan de andamiaje a los conocimientos disciplinarios más profundos. Es por ello que las experiencias educativas que se incluyen conforman el fundamento de la Biología Marina, de dichas Experiencias Educativas las que se incluyen con carácter obligatorio son: Física, Matemáticas, Biología, Química, Fisicoquímica, Oceanografía, Estadística, Formulación y evaluación de proyectos y Bioética. Todas estas EE son cursativas y en modalidad presencial el alumno podrá acreditarlas demostrando los saberes adquiridos mediante la presentación de documentos, la demostración de

competencias y la evaluación de las experiencias educativas cursadas, lo anterior de diversas maneras acorde a lo establecido en el programa de estudios de cada experiencia educativa, donde se consideran diversas estrategias aprendizaje como exposiciones orales, escritos, o de demostración práctica. La evaluación de las EE se llevará mediante exámenes ordinarios, extraordinarios y títulos de suficiencia en primera inscripción. Y ordinario, extraordinario y última oportunidad en la segunda inscripción, esto en apego a la normatividad para tal fin. El total de horas prácticas en el área de formación de iniciación a la disciplina es 16 y las horas teóricas son 22, con un total de 60 créditos. Todas las experiencias tienen como objetivo desarrollar en el alumno las habilidades y competencias que contribuirán directamente en su formación inicial por lo que resulta relevante que toda el área básica sea cursada en los primeros semestres.

En lo que compete al Área de Formación Disciplinaria (obligatoria), corresponde a las Experiencias Educativas que constituyen el eje principal del proceso de formación del biólogo marino, este conjunto incluye las siguientes EE: Biología celular, Bioquímica, Genética, Fisiología de organismos marinos, Taxonomía y sistemática, Biología pesquera, Ecología marina, Legislación ambiental, Botánica marina, Evolución, Invertebrados marinos I, Invertebrados marinos II, Vertebrados marinos, Impacto ambiental, Sistemas de información geográfica (SIG), Conservación y manejo integral de la zona costera, Métodos hidrobiológicos, Biogeografía marina, Métodos cuantitativos, Didáctica general, Embriología, Gestión ambiental y Metodología de la investigación. Tienen carácter cursativo y presencial, así como las mismas opciones de ser acreditadas que las del área de iniciación a la disciplina, además tienen como objetivo desarrollar en el alumno las habilidades y competencias específicas de la profesión, y emplean como base las EE del área básica. Es recomendado que sean cursadas posteriormente a las del área de iniciación a la disciplina, teniendo en cuenta los co-requisitos y pre-requisitos considerados en cada uno de los programas de las EE, el total de horas prácticas en el área de formación disciplinar obligatorias es de 44 y las horas teóricas son 67, con un total de 178 créditos. Si bien el alumno elige el orden en el

que cursará las EE, se mantienen algunos pre-requisitos esenciales, como puede verse en el mapa curricular. En este sentido, es recomendable que al planear la trayectoria académica se revise de manera puntual la gradualidad de las EE, pues en ese sentido se garantiza la formación de acuerdo a las competencias definidas.

Por su parte, el Área de Formación Terminal (Obligatoria) cuenta con las EE Servicio Social y Experiencia Recepcional con 12 créditos cada una, sumando un total de 24. Esta área constituye parte de la culminación de la formación profesional de los alumnos, y tiene el objetivo de integrar los conocimientos abordados durante el trayecto de su carrera. Es por esta razón que la EE de Servicio Social deberá ser cursada cuando el alumno obtenga al menos 70 % de los créditos del programa educativo pudiendo hacerlo en uno o dos períodos siempre y cuando sean continuos, cubriendo un mínimo de 480 horas.

Área de Formación Terminal (Optativas): en esta área, el alumno podrá optar por cursar las EE en la Facultad de origen o cualquier sede de la UV donde se ofrezca el programa, en este sentido, es importante destacar que cada facultad cuenta con fortalezas relacionadas a la vocación regional, por lo tanto, se incentiva la movilidad de los estudiantes en estos PE para que su educación sea lo más enfocada a sus intereses profesionales. Cada facultad contará con al menos tres EE que sean parte de una de las áreas definidas de este plan. Para el cumplimiento de los créditos de las optativas, será indispensable cumplir con las EE establecidas como pre requisitos para cada caso. El total de créditos a cursar es de 32, el alumno cubrirá un total de mínimo de 20 horas; 12 teóricas y 8 prácticas. El siguiente cuadro ejemplifica las áreas por las cuales pueden optar los estudiantes con sus respectivas EE:

Tabla 35. Muestra las áreas terminales y sus experiencias educativas.

Área terminal	Experiencias Educativas
Acuicultura	Sanidad y nutrición acuícola Acuicultura Administración de empresas pesqueras y acuícolas Cultivos marinos



Biodiversidad	Ictiología Mamíferos marinos Ecosistemas de manglares Ecosistemas de pastos marinos Aves y reptiles Lagunas Costeras Arrecifes coralinos
Contaminación	Remediación ambiental Contaminación Cambio climático
Biotechnología marina	Microbiología marina Biología molecular Biotechnología marina.
<b>General</b>	Buceo

Fuente: Elaboración propia.

Aquí retoma particular importancia esta área pues como puede observarse se cuenta con un catálogo de 18 EE, cada una con 8 créditos. En esta fase de la trayectoria, los estudiantes eligen un área de interés que les permite acentuar su proceso formativo en una línea determinada. Con ello se fortalecen las siguientes áreas:

## ACUICULTURA

La actividad acuacultural se define como la producción de organismos acuáticos bajo condiciones controladas, esta debe de tener un carácter prioritario dentro del contexto nacional debido a su importancia para producir alimentos de alto contenido proteínico, básicos para la dieta popular; para generar empleos, principalmente en las zonas rurales, por su capacidad generadora de capital y divisas.

La acuicultura ha ampliado la disponibilidad de peces marinos, crustáceos y moluscos a regiones y países que de otro modo tendrían un acceso limitado o nulo a las especies cultivadas, lo que ha conducido a una mejora de la nutrición y la seguridad alimentaria.

Ante este panorama es de vital importancia generar recursos humanos capacitados que participen en la solución de la problemática planteada.

## **BIODIVERSIDAD**

Dentro de la biodiversidad de organismos y ecosistemas marinos, los vertebrados son organismos de importancia ecológica y además comercial (peces), o son especies icónicas y simbólicas (aves, reptiles y mamíferos marinos). En la zona costera los ecosistemas de manglar y de pastos marinos desempeñan un papel importante tanto desde el punto de vista ecológico como económico y de bienes y servicios ambientales.

El área de biodiversidad se crea para proveer las herramientas y conocimientos cuantitativos y cualitativos al profesional en Biología Marina con el fin de garantizar la conservación de estos grupos y su función dentro de los ecosistemas.

## **CONTAMINACIÓN**

El porqué de esta área recae en que las actividades humanas son el principal problema que enfrenta la biodiversidad del planeta, una consecuencia de estas es la contaminación, debido a los procesos de producción y consumo de la sociedad. Eventualmente, todos los contaminantes terminan en el mar. Un biólogo marino debe conocer cuáles son las principales fuentes de contaminación, el efecto que causan en las especies y las posibles soluciones.

## **BIOTECNOLOGÍA MARINA**

La biotecnología marina surge como un área emergente por las técnicas moleculares de punta. La exploración de los océanos es una fuente de sustancias activas y toxinas con uso potencial para alimentos, farmacia y remediación ambiental. Por lo tanto, se plantea un área terminal dentro del perfil del biólogo marino, en el que se le capacita para la exploración de diferentes recursos marinos como fuente de diversas sustancias que puedan ser aprovechadas bajo este enfoque, y que lo especializa en su última etapa de formación.

Área de Formación de Elección Libre (AFEL). Permite al alumno la adquisición de saberes que no son propios de su disciplina pero que proporcionan conocimientos integrales para el desarrollo de las dimensiones social, humana y profesional. Esta área además de conocimientos constituye un conjunto de habilidades y destrezas complementarias en distintas áreas. Esto incluye Experiencias Educativas con EE de corte transversal en el área artística, deportes, valores, sustentabilidad, derechos humanos, ética, o bien saberes que incursionan en el complemento de la formación de alguna determinada disciplina. El alumno puede cursarlas en cualquier momento de su vida universitaria, dependiendo exclusivamente de la disponibilidad, se pueden cursar en modalidad presencial y virtual, como parte de la carga semestral, o de manera intersemestral. Para acreditarlas existen diversas opciones como son: la participación en programas, proyectos o eventos institucionales, así como cursando EE de otros PE pertenecientes a cualquier disciplina. Esta área puede acreditarse a través de transferencia, equivalencia o revalidación de créditos. El valor crediticio es de 18 créditos y representa el 5.59 % del total de la carrera.

#### **14.1 Descripción Operativa**

De acuerdo con la normatividad universitaria, las experiencias educativas del área de formación básica general: Literacidad digital, Pensamiento crítico, Lectura y redacción, Lengua I y Lengua II, son acreditables y cursativas. Este mismo carácter de cursativo, se les otorga a las EE que pertenece al área básica de iniciación a la disciplina. Los créditos del área básica general se deben cubrir en su totalidad antes de alcanzar el 50 % de los créditos totales de la carrera. Las EE del área disciplinar y terminal están colocadas con cierta gradualidad en el abordaje de los saberes, de esta manera se establecieron un mínimo de prerrequisitos para cursarse. Para el resto de experiencias educativas, que no cuentan con prerrequisitos establecidos, está identificada la gradualidad con la que deben abordarse, este trabajo de orientación por el mapa curricular será sugerida a través de los tutores. En el

contexto del modelo educativo, el número de alumnos por sección, aceptado como óptimo, es entre veinte y treinta.

Las actividades académicas se programarán con base al calendario escolar emitido por la Dirección General de Administración Escolar de la Universidad Veracruzana, que consta de dos períodos lectivos con 15 semanas efectivas de clase cada uno. La organización de cada período escolar estará a cargo de la Dirección y la Secretaría de la Facultad, guiados y apoyados por las instancias correspondientes como la Secretaría Académica, Dirección de Recursos Humanos, Dirección de Administración Escolar y Dirección del área Académica, así como las academias que integran el plan de estudios y la Coordinación de Tutorías de la entidad. La normatividad que rige este plan de estudios respecto a la escolaridad de los alumnos es en apego al Estatuto de los Alumnos 2008, los casos aquí no considerados, así como las situaciones de excepción serán analizadas, definidas y avaladas por el H. Consejo Técnico de la Facultad y los órganos colegiados de competencia.

## 15. Catálogo de experiencias educativa

Tabla 36. Catálogo de experiencias educativas del programa educativo de Biología Marina.

ACD	R	Experiencias Educativas	Oe	Rd	Ma	E	Ca	HT	HP	HO	C	AF	AA
<b>Área de Formación Básica (AFB)</b>													
Área de Formación Básica General (AFBG)													
		Literacidad digital	C	I	T	Ief	Ob	0	0	6	4	BG	
		Pensamiento crítico para la solución de problemas	C	I	CT	Ief	Ob	0	0	4	4	BG	
		Lengua I	C	I	T	Ief	Ob	0	0	6	4	BG	
	Lengua I	Lengua II	C	I	T	Ief	Ob	0	0	6	4	BG	
		Lectura y escritura de textos académicos	C	I	CT	Ief	Ob	0	0	4	4	BG	
Total de horas y créditos del Área de Formación Básica General (AFBG)								<b>0</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	<b>20</b>	<b>BG</b>	
<b>Área de Formación Básica de Iniciación a la Disciplina (AFBID)</b>													
		Física	T	M	C	IPA	Ob	2	2	0	6	BID	P
		Matemáticas	T	M	C	IPA	Ob	4	0	0	8	BID	P
		Biología	T	M	C	IPA	Ob	2	2	0	6	BID	P
		Química	T	M	C	IPA	Ob	2	2	0	6	BID	P
		Fisicoquímica	T	M	C	IPA	Ob	2	2	0	6	BID	P
		Oceanografía	T	I	C	IPA	Ob	4	2	0	10	BID	P
		Estadística	T	M	C	IPA	Ob	2	2	0	6	BID	P
		Formulación y evaluación de proyectos	T	I	C	IPA	Ob	2	2	0	6	BID	P
		Bioética	T	I	C	IPA	Ob	2	2	0	6	BID	P

Total de horas y créditos del Area de Formación Básica de Iniciación a la Disciplina (AFBID)										22	14	0	60	ID	
Total de horas y créditos del Área de Formación Básica (AFB)										20	14	26	80	FB	
Area de Formación Disciplinar (AFD)															
		Biología celular	T	I	C	IPA	Ob	4	2	0	10	AFD	P		
	Química	Bioquímica	T	M	C	IPA	Ob	2	2	0	6	AFD	P		
	Bioquímica	Genética	T	I	C	IPA	Ob	4	2	0	10	AFD	P		
		Fisiología de organismos marinos	T	I	C	IPA	Ob	4	2	0	10	AFD	P		
		Taxonomía y sistemática	T	M	C	IPA	Ob	2	2	0	6	AFD	P		
		Biología pesquera	T	I	C	IPA	Ob	2	2	0	6	AFD	P		
		Ecología marina	T	M	C	IPA	Ob	4	2	0	10	AFD	P		
		Legislación ambiental	T	M	C	IPA	Ob	4	0	0	8	AFD	P		
		Botánica marina	T	I	C	IPA	Ob	4	2	0	10	AFD	P		
		Evolución	T	I	C	IPA	Ob	2	2	0	6	AFD	P		
		Invertebrados marinos I	T	M	C	IPA	Ob	4	2	0	10	AFD	P		
		Invertebrados marinos II	T	M	C	IPA	Ob	4	2	0	10	AFD	P		
		Vertebrados marinos	T	M	C	IPA	Ob	4	2	0	10	AFD	P		
		Impacto ambiental	T	I	C	IPA	Ob	2	2	0	6	AFD	P		
		Sistemas de información geográfica (SIG)	T	M	C	IPA	Ob	2	2	0	6	AFD	P		
		Conservación y manejo integral de la zona costera	T	I	C	IPA	Ob	2	2	0	6	AFD	P		
		Métodos hidrobiológicos	T	I	C	IPA	Ob	3	2	0	8	AFD	P		
		Biogeografía marina	T	I	C	IPA	Ob	3	2	0	8	AFD	P		

	Estadística	Métodos cuantitativos	T	I	C	IPA	Ob	2	2	0	6	AFD	P
		Didáctica general	T	I	C	IPA	Ob	2	2	0	6	AFD	P
	Fisiología de organismos marinos	Embriología	T	I	C	IPA	Ob	2	2	0	6	AFD	P
		Gestión ambiental	T	I	C	IPA	Ob	3	2	0	8	AFD	P
		Metodología de la investigación	T	I	C	IPA	Ob	2	2	0	6	AFD	P
<b>Total de horas y créditos del Area de Formación Disciplinar (AFD)</b>								<b>67</b>	<b>44</b>	<b>0</b>	<b>178</b>	<b>FD</b>	
<b>Area de Formación Terminal (AFT)</b>													
		Servicio Social	C	I	P	M	Ob	0	4	0	12	AFT	P
		Experiencia Recepcional	C	I	T	IPA	Ob	0	4	0	12	AFT	P
		Sanidad y nutrición acuícola	T	I	C	IPA	Op	3	2	0	8	AFT	P
		Acuicultura	T	I	C	IPA	Op	3	2	0	8	AFT	P
		Administración de empresas pesqueras y acuícolas	T	I	C	IPA	Op	3	2	0	8	AFT	P
		Cultivos marinos	T	I	C	IPA	Op	3	2	0	8	AFT	P
		Ictiología	T	I	C	IPA	Op	3	2	0	8	AFT	P
		Mamíferos marinos	T	I	C	IPA	Op	3	2	0	8	AFT	P
		Ecosistemas de manglares	T	I	C	IPA	Op	3	2	0	8	AFT	P
		Ecosistemas de pastos marinos	T	I	C	IPA	Op	3	2	0	8	AFT	P
		Aves y reptiles	T	I	C	IPA	Op	3	2	0	8	AFT	P
		Lagunas Costeras	T	I	C	IPA	Op	3	2	0	8	AFT	P
		Arrecifes coralinos	T	I	C	IPA	Op	3	2	0	8	AFD	P
		Remediación ambiental	T	I	C	IPA	Op	3	2	0	8	AFT	P

		Contaminación	T	I	C	IPA	Op	3	2	0	8	AFT	P
		Cambio climático	T	I	C	IPA	Op	3	2	0	8	AFT	P
		Microbiología marina	T	I	C	IPA	Op	3	2	0	8	AFT	P
		Biología molecular	T	I	C	IPA	Op	3	2	0	8	AFT	P
		Biotecnología marina	T	I	C	IPA	Op	3	2	0	8	AFT	P
		Buceo	T	M	CT	IPA	Op	2	4	0	8	AFT	P
Total de horas y créditos del Área de Formación Terminal (AFT)								53	46	0	168	FT	
Total de créditos del Área de Formación de Elección Libre (AFEL)											18	AFEL	P
Total de créditos del plan de estudios											446	332	
Créditos para obtener el grado											332		
100%											332		

Fuente: Elaboración propia.



## Trayectoria estándar a cursar por periodos

Pendiente.....

### 16. Proyecto de formación de académicos

La revisión del estado que guarda la planta docente que imparte Experiencias Educativas en el programa educativo de Biología Marina, es de vital importancia para la operación del plan, en la medida que se identifican los perfiles de los profesores conforme a los saberes emergentes se convierte en una necesidad imperante la consolidación de académicos con perfiles diversificados en las nuevas áreas.

Desde 2007 cuando inició la operación del programa hasta la fecha, en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la región Poza Rica- Tuxpan el número de profesores que participa en el programa educativo ha ido en aumento y con ello la diversificación de perfiles. Por su parte el PE de Biología Marina en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia región Veracruz surgió en el año 2020, ahí se mantiene una planta académica principalmente conformada por investigadores del Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías (ICIMAP). De manera general los perfiles son los que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 37. Muestra el perfil disciplinario de Poza Rica y Veracruz.

PERFIL DISCIPLINARIO	POZA RICA-TUXPAN	VERACRUZ	TOTAL
ACUACULTURA	1		1
BIOLOGÍA	2		2
BIOLOGÍA MARINA	8		8
BIOTECNOLOGÍA	1		1
BOTÁNICA MARINA		1	1
CIENCIAS DE LA TIERRA		2	2
CIENCIAS MARINAS Y PESQUERÍAS		2	2
CONSERVACIÓN Y MANEJO DE RECURSOS NATURALES	1		1
ECOLOGÍA MARINA	1		1

ECOLOGÍA MARINA Y ESTUARINA	1		1
ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS	1		1
GEOGRAFÍA	1		1
MANEJO DE RECURSOS PESQUEROS	1	1	2
MECÁNICO ELECTRICISTA	1		1
OCEANOGRAFÍA		1	1
OCEANOGRAFÍA FÍSICA		2	2
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>28</b>

Como puede apreciarse, el perfil docente con que cuenta el programa educativo de Biología Marina que se ofrece en las regiones de Veracruz y Poza Rica-Tuxpan, incluye biólogos marinos, biólogos, hidrobiólogos, oceanólogos, todos con estudios de maestría y/o doctorado en instituciones de prestigio. De acuerdo con su experiencia laboral y sus actividades docentes y de investigación, tienen fortalezas en: Oceanografía Costera, Ecología y Manejo de Recursos Naturales, Ecología Acuática y Pesca, Recursos Genéticos y Biotecnología.

De acuerdo con el nuevo plan de estudios, existen algunas áreas que se requiere fortalecer y que tienen relación con las habilidades comunicativas de los biólogos marinos y los procesos de capacitación que desarrollan en su ejercicio profesional, lo cual ha derivado en el planteamiento de competencias genéricas y específicas enfocadas al desarrollo de este tipo de saberes y habilidades comunicativas. Es por ello que en este nuevo plan aparecen EE que no se contemplaban en el plan anterior y que consideramos que, conforme a los estudios realizados, otorgan al Biólogo un panorama más integral que lo hace más pertinente conforme a las necesidades del mercado ocupacional y a la responsabilidad social que le corresponde al egresado respecto a los temas de derechos humanos, inclusión e interculturalidad.

En la siguiente tabla se muestran aspectos que requieren ser fortalecidos en los profesores que participan en el PE de Biología Marina:

Tabla 38. Aspectos que se requieren fortalecer en los profesores que participan en el PE de Biología Marina

Experiencia Educativa	Acciones para fortalecer el perfil docente
Métodos, formulación y evaluación de proyectos	Gestionar perfiles con experiencia en la formulación y ejecución de proyectos de conservación, investigación y productivos
Administración de empresas pesqueras y acuícolas	Búsqueda de perfiles afines a la administración de empresas en esta área
Natación y buceo	Generar acciones para desarrollar de manera eficiente esta EE
Didáctica de la biología	Búsqueda de perfiles afines al área de didáctica y el desarrollo de habilidades comunicativas
Competencia Genérica: <b>Inclusión.</b> Promover la incorporación igualitaria, los derechos humanos y la sustentabilidad a proyectos productivos, de investigación y conservación de grupos minoritarios y en situación de vulnerabilidad, así como acceso al conocimiento.	Promover el desarrollo de saberes en los profesores afines a estas temáticas a través de cursos, talleres, seminarios, ya que es una competencia que se desarrolla de manera transversal en el plan de estudios y por lo tanto debe permear en el desarrollo de las distintas unidades de competencia

Por otro lado, para el mejoramiento de la planta académica, es necesario considerar el marco de referencia del organismo acreditador de los PE de Biología Marina y en ese sentido encaminar las estrategias para la mejora continua del programa. De acuerdo con lo indicado por ANPROMAR, los requisitos, referentes a los docentes de las entidades son:

- El programa educativo tendrá un proceso de reclutamiento abierto, por medio de convocatorias públicas o instrumentos equivalentes para que sea transparente y deberá contar con procedimientos bien definidos y sancionados por cuerpos colegiados de acuerdo a la reglamentación institucional que debe ser cumplida en forma rigurosa.

- La selección de la planta docente debe responder a los perfiles requeridos por el plan de estudios y se realizará a través de exámenes de oposición o equivalentes de acuerdo a la reglamentación institucional que debe ser cumplida en forma rigurosa.
- El Plan deberá contar con procedimientos institucionales para la contratación de la planta docente en la que deben participar cuerpos colegiados.
- El Programa Académico debe contar con un programa permanente de formación y actualización pedagógica y profesionalizante de docentes.
- Todos los profesores de tiempo completo deberán participar anualmente en un mínimo de dos cursos de actualización profesional o bien de formación pedagógica.
- Al menos el 25 % del personal docente de horas asignatura, tres cuartos de tiempo y medio tiempo, deberán participar anualmente en un curso profesionalizante o de formación pedagógica.
- El Programa debe tener políticas, normas y procedimientos para la formación de nuevos docentes.
- El Programa debe tener establecidas políticas, normas y procedimientos para la incorporación de los profesores a estudios de posgrado, estancias y año sabático.
- Al menos el 70 % de los profesores del Programa deberá ser de tiempo completo.
- El personal docente del Programa deberá estar distribuido, mínimamente de acuerdo con la siguiente proporción; licenciatura 50 %; maestría 20 % y doctorado 30 %. Todos titulados.
- Todo el personal académico que realice colectas en el campo, debe presentar y tener actualizada la cartilla de colector científico otorgada por la SEMARNAT.
- Al menos el 5 % del personal académico de tiempo completo del programa deberá de pertenecer al Sistema Nacional de Investigadores (SIN).

- Al menos el 60 % del personal académico de tiempo completo del programa deberá de ser Perfil PROMEP (en el caso de IES públicas).
- Los profesores de tiempo completo deberán tener distribuidas sus actividades semanales de docencia, investigación, extensión, difusión, asesoría y tutorías, de manera equilibrada y de acuerdo a la normativa institucional.
- Por lo menos el 60 % del total de horas del programa de estudios deberá ser impartido por profesores de tiempo completo.
- Todas las asignaturas deberán ser impartidas por académicos que cuenten con el perfil coherente con la asignatura.
- Todo el personal académico que desempeñe funciones administrativas deberá de impartir un mínimo de 5 hrs. de clase a la semana.
- El Programa deberá contar con mecanismos bien definidos que permitan verificar el cumplimiento de las responsabilidades cotidianas de los profesores (docencia, investigación y extensión).
- La relación entre el número total de profesores y alumnos deberá ser de 1:25.
- El programa deberá contar con procedimientos institucionales para otorgar estímulos y para la permanencia del personal docente.
- El Programa debe tener mecanismos específicos con la participación de cuerpos colegiados paritarios, para evaluar sistemáticamente el desempeño del personal académico.
- El Programa debe contar con un Código de Ética y normas de convivencia para el personal académico, el de apoyo y de los estudiantes.
- El Programa deberá contar con procedimientos institucionales para la promoción del personal docente.
- El Programa debe tener mecanismos específicos con la participación de cuerpos paritarios para la promoción docente.

- El personal docente e investigadores deben de tener una formación académica y experiencia congruente con el área de los programas de investigación y docencia.
- Los profesores de tiempo completo deberán estar participando en líneas de investigación registradas y aprobadas, contando con la participación de alumnos.
- Los profesores deberán estar integrados a proyectos de investigación y/o desarrollo y/o servicios mediante Cuerpos Académicos, debidamente registrados.

Ante este escenario se plantea, como ya se señaló anteriormente, distinguir las fortalezas de las entidades académicas, pues es de gran importancia para la organización operativa del programa educativo.

Se tiene previsto el siguiente proyecto de formación de académicos:

Justificación:

El proyecto de formación docente es importante ya que en él se identifican los elementos necesarios para la actualización de los perfiles docentes en relación con la incorporación de las EE derivadas del ámbito emergente. El campo de la biología marina es amplio y en él se generan constantemente investigaciones que aportan nuevos conocimientos, esto genera nuevas necesidades en los procesos formativos de los estudiantes, por lo que es primordial replantear la forma en la que se abordan estos conocimientos, por ende la actualización pedagógica es crucial.

## **4.1 Objetivos**

### **4.1.1 Objetivo general**

Garantizar el buen desempeño del programa educativo Biología Marina, incluyendo la actualización de los perfiles disciplinarios y pedagógicos apropiados para todas las EE ofertadas en el plan, con el propósito de ofrecer las condiciones necesarias de infraestructura, recursos humanos, etc. Para formar biólogos marinos competentes y comprometidos con su profesión.

#### **4.1.2 Estrategias**

- Identificar los perfiles fundamentales de acuerdo con las necesidades del plan de estudios.
- Promover cursos de actualización pedagógica para los profesores, con enfoque en estrategias didácticas innovadoras relacionadas con los temas emergentes de la disciplina.
- Gestionar la infraestructura y el equipamiento que permitan integrar los conocimientos y la práctica necesarias para el buen desempeño de los estudiantes.
- Enriquecer el perfil de los docentes a través de cursos relacionados con temáticas emergentes en la disciplina.

#### **4.1.3 Acciones**

- Seguir puntualmente las recomendaciones emitidas por ANPROMAR (Asociación Nacional De Profesionales Del Mar) para la acreditación del programa educativo (descritas anteriormente).
- Implementar acciones para la formación disciplinaria en temáticas emergentes.
- Seguir periódicamente las temáticas y estudios que realizan las LGAC (Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento) e identificar cómo impactan el plan de estudios.
- Generar actividades con los sectores social y productivo en vinculación con las facultades para que los estudiantes entren en contacto con escenarios “reales” de aprendizaje.

- Formar un banco de necesidades que incluya materiales, servicios y equipamiento requerido en las entidades, para que sea considerado en las diversas fuentes de financiamiento.

#### 4.1.4 Cronograma de actividades 2023 – 2024

Actividad/Mes	Sep	Oct	Nov	Dic	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Formalización de los perfiles que serán cargados en el SIU												
ProFa para revisión de programas de EE												
Actualización de Reglamento de Práctica Profesional.												
Autoevaluación del apartado Plan de Estudios												
Gestión de materiales, equipamiento y servicios												

## 17. Proyecto de seguimiento y evaluación

Las principales instancias académicas que darán revisión al seguimiento de la propuesta curricular de Biología Marina son las comisiones en cada Facultad para la actualización del plan de estudios, las academias por área de conocimiento recién planteadas y la propia comisión estatal.



Un asunto de alta relevancia para considerar la operación del plan de estudios consiste en identificar cómo las competencias se hacen presentes en el mapa curricular y advertir la gradualidad de los saberes, creemos que esto es de vital importancia para la articulación de los saberes y la forma en cómo deben abordarse los saberes en las Experiencias Educativas. En la medida en que la totalidad de los académicos que participan en el programa se apropie del enfoque de competencias de este nuevo plan de estudios, esto permitirá asumir el quehacer docente desde una perspectiva colectiva, lo que permitirá la articulación de las competencias básicas, genéricas y específicas. Sin duda aquí el papel de las Academias juega un papel fundamental para el desarrollo efectivo del plan de estudios.

La comunicación permanente de los integrantes de la Comisión para el Rediseño Curricular y los Coordinadores de Academias por Área de Conocimiento será el elemento clave para llevar a cabo el ejercicio de seguimiento y evaluación del programa educativo. Será necesario el apego a las políticas institucionales derivadas en primer término por el Modelo Educativo Institucional, así como los elementos descritos en actual Programa de Trabajo Estratégico institucional.

Uno de los aspectos esenciales a considerar en el plan de estudios es la aplicación de encuestas periódicas que permitan identificar áreas de oportunidad para fortalecer el plan de estudios, el desarrollo de foros de egresados, empleadores y paneles de expertos permitirán valorar la pertinencia en la ejecución de este nuevo plan de estudios. Con ello es posible delinear la actualización para los programas de Experiencias Educativas y el plan en general.

Un aspecto de alta relevancia a considerar para el seguimiento de la operación del plan de estudios lo constituye el considerar los marcos de referencia de ANPROMAR. Sobre todo porque en lo que concierne a la infraestructura, como pudo verse en el apartado de Análisis del Programa Educativo, la FCBA Tuxpan desde el 2007 ofrece este programa, por lo que cuenta con laboratorios propios para

la carrera y con espacios en general propios para ello. Por su parte el PE de Biología Marina albergado en la FMVZ Veracruz es de reciente creación y ocupa los espacios para docencia e investigación del PE de MVZ. Ante tal escenario es preciso cerrar brechas en el tema de infraestructura y de operación en ambos programas educativos. ANPROMAR señala que es necesario para desarrollar un PE de manera adecuada considerar los siguientes aspectos:

- A partir de la etapa disciplinaria la cantidad de alumnos por grupo no deberá sobrepasar el 7 % de la matrícula total y en todos los casos en que los laboratorios o áreas de práctica no acomoden al grupo completo se deberán crear subgrupos de acuerdo a la capacidad de los laboratorios o áreas.
- El Programa debe disponer de una biblioteca funcional, con un horario de atención adecuado y enlazada con bancos de información al menos los más comunes e importantes del área de las Ciencias del Mar.
- Contar con estantería abierta e instalaciones apropiadas con espacios de lectura e investigación suficientes para acomodar simultáneamente como mínimo al 50 % del alumnado y locales adecuados para la prestación de otros servicios como cubículos para estudio, fotocopiado, préstamos de libros, lugares para exposición, etc.
- El programa deberá tener como mínimo:  
Diez títulos bien seleccionados (de calidad y actualizados) por materia (o equivalente) integrante del plan de estudios.  
Diez suscripciones a publicaciones periódicas de las disciplinas básicas de la carrera.  
300 títulos diferentes de obras de consulta que incluyan manuales técnicos, enciclopedias generales y especialidades, diccionarios, estadísticas y atlas, entre otros.
- Se deberá contar con materiales impresos, libros, antologías, libros de texto, manuales de prácticas de campo y de laboratorio, guías de estudio, guías de lectura, catálogos, cuadros sinópticos, mapas, diagramas, fascículos y material audiovisual producidos por el personal docente.

- La biblioteca o centro de información debe contar con otros recursos para la obtención de información especializada (internet, bancos de información, hemeroteca, videoteca, entre otros).
- El Programa deberá contar con suficientes aulas para atender la impartición de los cursos con las siguientes características: espacio suficiente, buena iluminación y ventilación adecuada.
- Tener un equipo de buceo completo por cada 3 alumnos.
- Los profesores de tiempo completo deberán disponer de cubículo individual o grupal; el resto del personal docente deberá disponer de una sala de profesores.
- Los profesores por horas deben contar con un lugar apropiado para asesorías y/o preparación de materiales académicos.
- Se debe contar con instalaciones adecuadas para actividades deportivas y culturales.
- El Programa debe contar con servicios de cómputo que funcionen mediante redes y con equipos y paquetería adecuada para las aplicaciones comunes.
- En los laboratorios de cómputo se debe tener un equipo por cada 10 estudiantes.
- El Programa deberá contar con servicios de Internet con un ancho de banda que garantice el óptimo funcionamiento de los equipos personales de los alumnos y a todos los profesores e investigadores.
- El Centro de Cómputo deberá fomentar el uso del software aplicado a la Biología.
- 1. En el caso del área de acuacultura se deberá contar con laboratorio para la producción de alimento vivo, sala de acuarios y estanquería o bien una Unidad de Producción, debidamente equipada con oxígeno suficiente, iluminación y aire acondicionado para el cultivo de algas y rotíferos. Igualmente se debe de contar con equipo de campo, como; embarcaciones debidamente registradas y con su autorización respectiva, teniendo una bitácora de utilización, tanto para las embarcaciones como para los motores fuera de borda.

2. En el caso del área de pesca se debe de contar con una embarcación de tipo escamera o bien camaronera, con un programa de operación y de conservación y mantenimiento, así como de prácticas e investigación. Deberá tener actualizada toda la documentación correspondiente de Seguridad de la Vida Humana en el Mar, Capitanía de Puerto y vía de pesca. Se debe de contar con una jefatura de flota y el personal de la embarcación debe de estar calificado por las autoridades respectivas.
- El Programa deberá contar con equipo, materiales y reactivos requeridos para el cumplimiento total del programa de prácticas, tanto de campo como de laboratorio.
  - Los laboratorios de docencia deberán contar con manuales de prácticas aprobadas por cuerpos colegiados y su respectiva programación por ciclo escolar.
  - El Programa deberá de contar con laboratorios de investigación, con espacio suficiente, equipamiento e infraestructura, congruentes con las líneas de investigación y la formación de recursos humanos.
  - Los laboratorios y talleres deberán estar equipados, limpios, iluminados, ventilados y tener un programa de conservación y mantenimiento, tanto de las instalaciones como del equipo y contar con:
    - A) Manuales de operación claros y actualizados.
    - B) Programa y presupuesto para operación, mantenimiento y actualización de instalaciones, equipo e instrumentos.
    - C) Registro de usuarios del laboratorio y equipos.
    - D) Los mecanismos de seguridad y prevención de accidentes deberán estar en óptimas condiciones.
    - E) Programa de manejo de los residuos generados (generación, recolección, almacenamiento, neutralización y disposición final).
    - F) Deberá haber el espacio suficiente para el equipo y disponibilidad de áreas para la instalación de equipo audiovisual.
  - Los laboratorios de docencia deberán contar con microscopios modernos y en buen estado, al menos uno por cada tres estudiantes.

- Los laboratorios de docencia e investigación deberán tender a la aplicación de las NOM's y NMX respectivas.
- Deberá tener laboratorios certificados para la aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) correspondientes.
- Los laboratorios de investigación deberán contar con un registro de las líneas de investigación y recursos humanos en formación, así mismo documentar las actividades realizadas.
- Tener un equipo de buceo completo por cada 3 alumnos.