

LA FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS PARA LA OCEANOGRAFÍA Y LAS CIENCIAS DEL MAR

RAÚL GÍO-ARGÁEZ*

Recepción: 10 de enero de 1999
Aceptación: 26 de febrero de 1999

Human Resources Training in Oceanography and Marine Sciences

Abstract. *Because of their physical, chemical, geological and biological characteristics sea integrates a very complex and interesting ecosystem. For this reason research should also be interdisciplinary as well as multidisciplinary in order to link marine sciences and oceanography with society.*

In Mexico, the existing qualified staff does not satisfy the demand, both in quantity and in quality, to fulfill the positions necessary for the exploitation of renewable and non renewable natural resources.

In this work it is proposed a revision of programs at schools, so that the education of scientific, technical and human resources specialized in marine sciences may satisfy present and future needs in the field of marine research and the inherent technological development.

Introducción

En 1975, México acrecentó su superficie al establecerse en la Constitu-

ción las 200 millas náuticas (370.4 km) como Zona Económica Exclusiva, de modo que la porción marina resultó más grande que la terrestre. Con esta medida no sólo se adquirieron derechos sino también obligaciones y una de ellas era investigar con qué recursos cuentan los mares patrimoniales. Este documento tiene como objetivo presentar las características del mar, las profesiones que se vinculan con su estudio y las acciones concretas que deben seguirse para aumentar el conocimiento de éste y sus recursos.

La oceanografía es una ciencia interdisciplinaria que estudia la dinámica y estructura de los componentes bióticos y abióticos de los mares y océanos. Un océano se define como un conjunto de masas de agua que se encuentran sobre la corteza oceánica; ocupan más de 10 millones de km² y una profundidad mayor de 3 km; a diferencia de los mares, los cuales se ubican en la corteza continental o basáltica, tienen una extensión menor a los 10 millones de km² y su profundidad es de menos de 3 km.

Debido al número de disciplinas que integran la oceanografía, ésta se considera una ciencia específica y no universal, como lo sería la química o la física, en las cuales las leyes que gobiernan a la materia son aparentemente aplicables a todo el universo. La Tierra posee vastos océanos y cada uno de ellos tiene características particulares, por lo que no podrían aplicarse leyes que contemplaran a todos los mares y océanos. El conocimiento en la ciencia aludida se basa en la observación y la descripción de los fenómenos, en los que intervienen variables temporales y espaciales. El objeto principal de estudio es lograr que el hombre comprenda los procesos y mecanismos que caracterizan a las masas de agua, así como la forma en que estos aspectos nos afectan o ayudan.

* Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Tel.: (5) 622 58 18.

Correo electrónico: raulg@mar.icmyl.unam.mx
Agradezco al pasante de biología Lara Bárbara Cuesta Castillo su apoyo en la búsqueda y captura de información. Al Dr. Agustín Ayala-Castañares, al Dr. Eucario López-Ochoterena y a la Biol. Imelda Hernández Ruiz por la revisión crítica y sugerencias al manuscrito.

I. Antecedentes

Las investigaciones realizadas a lo largo del tiempo han permitido elaborar teorías acerca del origen de la Tierra y de los océanos, y una de las más aceptadas es aquella que dice que durante el periodo de diferenciación de la corteza primitiva se liberaron enormes cantidades de vapor (CO₂, H₂O y otros), que permitieron la formación de la primera atmósfera y la posterior construcción de la hidrósfera (Weihaupt, 1984).

La formación de la litosfera ocurrió hace aproximadamente 4,000 millones de años; la temperatura oscilaba en valores inferiores a los 380° C y la elevada presión atmosférica permitió que el vapor de agua se condensara y precipitara en forma de lluvia, lo que contribuyó en la formación de los océanos; sin embargo, el resto de agua de éstos se piensa que se originó en el interior de la Tierra (Pabellón, 1998).

De esta manera, la Tierra dejó de ser un planeta nebuloso y su apariencia fue la de un cuerpo azul, cubierto parcialmente por nubes que se movían constantemente. Las primeras masas de agua, de temperatura elevada, circularon y se acumularon en cavidades rocosas, los torrentes se concentraron en lagos y éstos crecieron hasta formarse los mares, que al aumentar en extensión y profundidad integraron los océanos.

El relieve de la Tierra, por su parte, ha ocasionado que el agua, un importante componente de los ecosistemas, se encuentre acumulada en las partes bajas de la superficie y sea relativamente escasa en las partes altas. Esta característica nos lleva a considerar dos tipos de ecosistemas en nuestro planeta: los terrestres y los acuáticos.

Las diferencias existentes entre los

ecosistemas terrestres, también llamados continentales, se deben a las variaciones en la altitud, humedad e incidencia solar. Como ejemplos de estos ecosistemas tenemos a los bosques septentrionales, los desiertos, las llanuras y las selvas, entre otros.

Entre los ecosistemas acuáticos, las diferencias se deben principalmente a características químicas y físicas del agua. Éstos se dividen, de manera general, en limnéticos (lagos), marino marginales (estuarios, costas rocosas y lagunas) y marinos (océanos).

El estudio de los mares comienza cuando el hombre observa y se da cuenta que existen épocas del año ideales para la pesca y la navegación. Se sabe que los antiguos fenicios y la civilización helénica, a través del comercio marítimo, habían adquirido conocimientos relacionados con las corrientes de las costas del Mediterráneo. La primera evidencia que se tiene del estudio del mar está contenida en mapas y poemas fechados aproximadamente en el siglo X antes de nuestra Era.

Los pueblos que estudiaban los mares lo hacían principalmente por razones bélicas y económicas. Al transcurrir el tiempo descubrieron nuevas rutas marinas, que permitían el encuentro con otros países. De esta forma, comenzaron a dibujarse mapas que reflejaban la forma de la Tierra, así como la de los mares que existían.

Posteriormente, se trató de concentrar la información que reunieron grandes expediciones, como la del Beagle, la de Wilkes, la del Challenger, la del Meteor, la del Discovery, la del Discovery II, la del Albatros, y la de la Galathea, además la de los submarinos que posteriormente se fabricaron. Los estudios realizados entonces hicieron más fácil la labor de integrar los conocimientos de la

oceanografía física con los de la oceanografía biológica.

II. Descripción general de los océanos

Con base en las características de profundidad y extensión, los océanos del planeta se dividen en cinco: el Antártico, el Ártico, el Atlántico, el Índico y el Pacífico, y cada uno de ellos tiene mares marginales como el Báltico, el Caribe, el Golfo de México y el mar Mediterráneo.

La tierra cuenta con un 75% de materia líquida, representada en mares y océanos, la cual no se distribuye de manera equitativa. Si distribuimos a la tierra en dos hemisferios tenemos que en el hemisferio sur el 80% es agua, mientras que en el hemisferio norte sólo el 60%.

En la superficie oceánica son visibles los atolones, las barreras de coral o islas volcánicas entre otros. Debajo de la gran masa oceánica, el piso marino presenta rasgos geomorfológicos bien definidos, similares a los que se observan en la superficie de los continentes, lo que conforma paisajes y ambientes muy variados en el lecho marino. Estos rasgos son la plataforma, el talud continental y la planicie abisal, que incluyen cordilleras submarinas y trincheras oceánicas.

En el piso marino se pueden localizar elevaciones (montañas marinas) generalmente aisladas; algunos grupos de montañas, caracterizadas por tener cimas planas llamadas Guyots y que aparentemente son islas que se han hundido en el mar; y algunos volcanes activos, llamados chimeneas o ventilas hidrotermales.

El ambiente marino se divide en una provincia nerítica (porción de agua que cubre la plataforma continental) y una provincia oceánica o

mar abierto (porción de agua que cubre el talud continental y la planicie abisal).

III. Factores físicos

Dentro de los factores físicos del ecosistema marino, los más importantes son: la luz, la temperatura, la densidad, la presión, el sonido y aquellos que determinan los patrones de circulación en los océanos.

La radiación solar, como energía luminosa, penetra en el agua de mar a determinada profundidad, según sea la inclinación de los rayos, de la luz incidente, así como de la cantidad de materia disuelta presente en la columna de agua. La zona fótica abarca de la superficie hasta los 200 m aproximadamente, mientras que la zona afótica se ubica de los 200 m hacia abajo. Los océanos son un gran almacén de calor (proveniente de la radiación solar), que se distribuye y circula por el agua, razón por la cual el océano regula la temperatura que existe en el planeta.

La temperatura varía en los océanos de manera tanto vertical como horizontal. En relación con la profundidad, la temperatura por debajo de la superficie decrece gradualmente y entre los 50 y 300 metros promedio ocurre un descenso brusco, en la zona conocida como termoclina. Por debajo de ella y hasta el fondo del mar, la temperatura continúa descendiendo y a cierta profundidad los valores tienden a ser relativamente constantes.

La densidad es producto de los cambios en la temperatura y de la concentración de sales. La primera es la responsable de modular las variaciones en la densidad y parte de los mecanismos que generan la circulación en los océanos. La presión en el ambiente marino es proporcional a

la profundidad, es decir, que a mayor profundidad la presión aumenta.

El sonido es producido por cambios de presión en un medio que es elástico, este medio puede ser gas, sólido o líquido. En el agua la velocidad de la energía sónica depende de su elasticidad y de su densidad. En el agua de mar a 30° C y con 35 partes por mil (‰) la velocidad es de 1,546.2 m/s, la cual se incrementa con el aumento de la temperatura, de la salinidad y de la presión. La dinámica física de los mares no sólo depende de los factores ya mencionados, también existen fenómenos como el oleaje, las mareas, los vientos o el movimiento mismo de la Tierra.

IV. Factores químicos

Se piensa que a medida que aumentaba el tamaño de los primeros océanos, los ríos que llevaban el agua de lluvia desde la tierra, arrastraban materiales disueltos, entre los que abundaba la sal. La salinidad se expresa como peso en gramos por kilogramo de agua de mar. Su valor normal es de 35 ‰ y varía de 34 a 36 en los océanos. La mayor parte de las sales disueltas se constituyen por minerales en forma de iones, de los cuales tan sólo seis (calcio, magnesio, potasio, sodio, sulfuros y cloruros), comprenden el 99.28% del peso total de la salinidad.

Uno de los iones más importantes es el bicarbonato (0.71%), que participa en el ciclo del bióxido de carbono de la Tierra. Dentro del 0.01% de la salinidad restante, existen otras sales inorgánicas como fosfatos, nitratos y dióxido de sílice. En el mar se concentran 57 elementos y sólo el cloruro de sodio (sal común), el manganeso y la bromina (o bromo) son los elementos que se extraen en grandes cantidades.

V. Aspectos geológicos

A partir de la fuente de abastecimiento, los sedimentos marinos se clasifican en terrígenos, biógenos, autógenos y cosmógenos.

Los terrígenos se componen principalmente de materiales derivados de la tierra firme y los transportados como material sólido al mar. Estos sedimentos son los más abundantes y pueden estar compuestos por arenas derivadas de granito, areniscas, barro, arcilla y limos. Los biógenos están compuestos por materiales derivados de los organismos marinos, generalmente son partes duras, como las testas o caparazones de carbonato de calcio o sílice de invertebrados.

Los autógenos están compuestos de minerales que se cristalizaron en el sitio que actualmente ocupan. Éstos son derivados de reacciones químicas inorgánicas en el mar; entre ellos se encuentran las calizas, las evaporitas, las arenas de glauconitas y los nódulos de manganeso.

Los cosmógenos (extraterrestres) no forman unidades sedimentarias separadas y son importantes para investigaciones científicas; entre ellos son abundantes las pequeñas esférulas magnéticas de níquel-hierro y los silicatos que pudieron formar parte de la Luna, de otros planetas o de algún meteorito.

La obtención de materias primas del fondo marino —minerales o materiales de construcción— es cada vez más frecuente. Entre los materiales que se extraen se cuentan: arena, grava, hierro, diamantes, carbón, níquel, estaño, manganeso, fósforo, uranio y oro.

Por otra parte, también forman parte del planeta las placas que constantemente modifican el paisaje y la escenografía de los continentes y de los océanos. Durante el pasado

geológico de la Tierra, se encontraba un sólo continente (Pangea) y un único océano (Pantalassa). Al transcurrir miles y millones de años, las placas se han desplazado de tal manera que las porciones de tierra han abierto, disminuido o cerrado mares y océanos, lo que ha cambiado las regiones emergidas.

VI. La biósfera marina

El ecosistema marino es el sistema más grande del planeta y la mayoría de los organismos tienen una distribución vertical y horizontal determinada por la existencia de gradientes de temperatura, presión, salinidad, oxígeno, disponibilidad de nutrientes, entre otros, que en conjunto crean barreras en la distribución y abundancia de éstos.

El incremento en la presión actúa como una barrera eficiente al movimiento vertical de algunos organismos, mientras que otros han adquirido con el tiempo adaptaciones que les permiten mantener un equilibrio entre la presión corporal y la presión del medio en el que habitan.

Dado el tamaño y complejidad de los mares y océanos, se ha dificultado su estudio, por lo que ha sido conveniente dividirlos en ambientes que pueden ser definidos por las comunidades de organismos que los habitan. Básicamente se manejan dos: el pelágico, que abarca el agua de los océanos y el béntico, constituido por el fondo oceánico.

En el ambiente pelágico se ubican dos categorías de organismos: plancton y necton. El plancton está constituido por aquellas comunidades de organismos que flotan libremente en la columna de agua, arrastrados por el oleaje y las corrientes. Éste se divide a su vez en zooplancton y fitoplancton. De igual manera, de

acuerdo con su tamaño, se han clasificado en diferentes categorías: megaplancton (más de 2 mm), como las medusas; macroplancton (0.2 a 2 mm), como las larvas de peces; microplancton (20 micras a 0.2 mm), como los microcrustáceos; mientras que el nannoplancton (2 a 20 micras), ultraplancton (menor a 2 micras) y picoplancton (0.2 a 2.0 micrones) está formado principalmente por bacterias. Otra característica considerada para clasificar, se basa en el tiempo que pasa un organismo a lo largo de su ciclo de vida dentro de una comunidad planctónica. Son holoplanctónicos aquellos que llevan todo su ciclo de vida en esta zona y meroplanctónicos los que sólo durante las primeras etapas de su vida forman parte del plancton.

La categoría denominada necton, agrupa a todos aquellos especímenes que tienen la capacidad de movimiento independiente de las corrientes oceánicas, es decir, poseen un sistema de locomoción que les permite determinar su propia posición dentro de los mares y océanos.

En el bentos existen diferentes tipos de vida: la infauna béntica, en donde viven individuos enterrados en los sedimentos y la epifauna béntica en donde se agrupan antes que viven adheridos a las rocas o a la vegetación e incluso se mueven sobre la superficie del piso marino. Según sea el movimiento o la carencia del mismo, en el bentos los organismos se clasifican en sésiles, si viven adheridos al lecho marino; semisésiles, si se trata de criaturas que reptan; y vagiles, si tienen una relativa facilidad de movimiento en la superficie del mar.

En el fondo del océano se encuentran las ventilas o chimeneas hidrotermales, que son volcanes submarinos que arrojan gran cantidad de ele-

mentos (azufre y manganeso entre otros), que son de importancia económica e industrial, pero que resultan tóxicos para muchas especies; sin embargo, es interesante investigar estos sitios, ya que existen comunidades de organismos adaptadas a condiciones extremas.

VII. Vinculación con otras profesiones

La atmósfera, la litosfera y la hidrosfera interactúan con tal potencial, que hacen posible la vida. Si se parte de la idea de que el ecosistema marino es uno de los más estables del planeta, rico en componentes bióticos y abióticos, y del cual se extrae una considerable cantidad de éstos, la tarea y necesidad de investigación se amplía y es aquí donde otras profesiones tienen la oportunidad de colaborar con la oceanografía y la biología para crear programas que contribuyan al desarrollo de nuestro país.

El mar, desde el punto de vista de los grandes filósofos, fue materia para desarrollar teorías acerca del origen del universo y de la vida misma. Dada su inmensidad, belleza y dinámica natural, el mar ha sido hasta hoy en día fuente de inspiración para aquellos que son poetas, pensadores, historiadores y literatos. Escritores como Jack London y Herman Melville, este último con su grandiosa obra *Moby Dick*, reflejan el interés y la curiosidad que les inspiraba el mar; Melville en su libro se cuestiona la razón del deseo humano por estar en contacto con el mar, se pregunta por qué los persas consideraban sagrado al mar, por qué los griegos lo tenían como una deidad especial y concluye diciendo que "el mar es la imagen del fantasma inasible de la vida: he ahí la clave de todo". Como el ejem-

plo mencionado, existe una infinidad de textos, poemas, canciones, pinturas, pensamientos, y películas que merecen una mención independiente.

Aunado a la tarea de pensamiento, la propia naturaleza de los ecosistemas marinos obliga a la comunidad a renovar los aspectos de orden legal, los socio-económicos y los culturales. Es necesario enfatizar que el medio marino se integra por los océanos, mares y zonas costeras, que constituyen un sustento de la vida a escala planetaria, por lo que deben existir disciplinas que integren la legislación con la adecuada explotación de los recursos naturales, con el fin de orientar y controlar nuevos enfoques de la ordenación y el desarrollo del medio marino, ya sea en un plano regional, nacional o mundial.

El Derecho Internacional refleja las disposiciones de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, donde se establecen los derechos y las obligaciones de los Estados, y proporciona la base internacional en que se fundan la protección y el desarrollo sostenible del medio marino y costero, así como de sus recursos. No obstante, la cooperación internacional, aunque es activa, no se ha llevado a cabo de manera adecuada, en particular porque el mar, para ser comprendido y aprovechado íntegramente, requiere de la cooperación entre países y de un proceso que integre políticas y adopte decisiones para fomentar la compatibilidad y el equilibrio.

Los sociólogos y demógrafos consideran relevante esta postura, pues en las zonas costeras se pueden encontrar diferentes hábitats que resultan productivos para el desarrollo y la subsistencia local de los asentamientos humanos, principalmente integrados por pobladores de escasos

recursos económicos. Por consiguiente, las zonas económicas marinas consideradas como exclusivas son importantes para los Estados que se encargan del desarrollo y conservación de los recursos naturales, en beneficio de sus pueblos y de una economía nacional y mundial que evalúa e interpreta la estructura económica en función de sus organismos y de las diversas relaciones de intercambio que se presentan en los mercados.

Los investigadores que se han preocupado por profundizar en el conocimiento de los mares y océanos llevan a cabo investigaciones acerca de la biodiversidad (a través de la elaboración de listados de las especies existentes y en peligro de extinción), de los recursos aprovechables, del cambio climático global, de la paleoceanografía y del impacto ambiental, además de vincularse al trabajo de otras áreas, sean filosóficas, legislativas, tecnológicas o sociales, con el fin de proponer planes integrales de desarrollo.

Las instalaciones, los equipos de mar y de laboratorios especiales, las embarcaciones y el presupuesto, constituyen elementos cruciales en el apoyo a las actividades de investigación, desarrollo tecnológico y docencia en los recursos del mar. Expertos en mecánica electrónica y electricidad diseñan, construyen, mantienen y calibran instrumentos oceanográficos. Ingenieros y arquitectos se unen para trabajar en proyectos de construcción y desarrollo de puertos industriales, o en aspectos más específicos, como la transformación de la energía térmica oceánica. La ingeniería ambiental e hidráulica mide parámetros que afectan la zona costera o de lagunas interiores; estudia los efectos de la contaminación por plantas industriales y la dinámica del

oleaje en relación con puertos y plataformas marinas.

La geografía se encarga de aspectos geomorfológicos costeros e hidrogeográficos, mientras que la geología abarca temas históricos, económicos, de bioestratigrafía, de sedimentología y geología marina.

Por otro lado, con base en los conocimientos de sismología, flujo térmico, gravimetría y radiación solar, la Secretaría de Marina y el Instituto de Geofísica de la UNAM elaboran anualmente tablas de predicción de mareas para los puertos del océano Pacífico, del Golfo de México y del Caribe mexicano.

VIII. Situación mundial

En las últimas décadas, la investigación tecnológica aplicada al océano ha avanzado con la posibilidad de obtener un registro permanente de la dinámica de éste y de los efectos de la intervención humana. Durante la exposición que se llevó a cabo en 1998 en Lisboa, en el Pabellón del Futuro, se presentaron algunos de los proyectos más importantes desarrollados por el programa Eureka dentro del ámbito de las ciencias del mar y de la tecnología marina. Entre ellos destacan los siguientes:

Boya móvil. Transmite valores de temperatura del agua de mar, la velocidad de las corrientes y los niveles de contaminación. Su posición se ubica por vía satélite.

Hidrófono (micrófono submarino). Permite, por reflexión sísmica, obtener imágenes en tres dimensiones de la estructura de los sedimentos y las rocas de los fondos oceánicos, con lo que se pretende determinar con mayor precisión la configuración de los yacimientos de hidrocarburos en alta mar.

Plataforma sumergible. Refuerza la

seguridad y optimiza la instalación de los equipos de medición de los parámetros fisicoquímicos del agua de mar en zonas profundas durante periodos prolongados de tiempo. Está dotado con una resistencia activa a las condiciones adversas del medio marino.

Sistema automático de medición y muestreo de microcontaminantes orgánicos e inorgánicos, registrados por control remoto.

Modelo informático que permite visualizar y prever la dispersión y trayectoria de los contaminantes vertidos en estuarios y zonas costeras.

Nuevos sensores que permiten medir los intercambios de CO₂ entre la superficie del océano y la atmósfera.

Cámara submarina. Sirve para analizar *in situ* la dinámica química, biológica y sedimentaria de medios bénticos.

Vehículo submarino no tripulado. Recoge datos oceanográficos e imágenes submarinas siguiendo las instrucciones de un programa informático predeterminado.

Robot de alta potencia. Realiza trabajos a grandes profundidades.

IX. Situación en México

Desafortunadamente México cuenta con pocos lugares y un reducido personal científico especializado que se dedique a la actividad de investigar la dinámica de nuestros mares. Uno de los problemas que limita el desarrollo de la investigación es la falta de formación de recursos humanos altamente calificados en diferentes niveles.

Es preciso partir de la premisa de que para ejercer una verdadera soberanía sobre nuestra Zona Económica Exclusiva (área marina de 2 millones 892 mil km²), se requiere desarrollar la capacidad científica ne-

cesaria para explorar, explotar, administrar e incluso negociar entre países los recursos naturales, de manera que generen y desencadenen realmente un desarrollo socioeconómico, al ser fuente de empleos, al aumentar la producción y al propiciar una mejor distribución del ingreso.

En México sólo algunas universidades e instituciones de nivel superior contemplan en sus planes de estudio carreras relacionadas con aspectos específicos de los mares, así tenemos el caso de la Universidad Autónoma de Baja California y la Universidad Autónoma de Colima (oceanografía), la Universidad Autónoma de Baja California Sur (biología marina, geología marina e ingeniería en pesquerías), la Universidad Autónoma de Guadalajara (ecología marina), la Universidad Autónoma de Nayarit (ingeniería pesquera), la Universidad Autónoma de Sinaloa (biología pesquera), la Universidad de Tamaulipas (administración agropecuaria y pesquera), la Universidad Veracruzana (ingeniería naval) y la Universidad Autónoma Metropolitana (hidrobiólogo), el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores Monterrey (ingeniero bioquímico, administración de recursos acuáticos y procesado de alimentos y servicios alimenticios), la DGCTM de la SEP (ingeniero pesquero en métodos y artes de pesca, ingeniero pesquero en procesos alimenticios, ingeniero pesquero en acuicultura, licenciado en administración de empresas pesqueras y administración de empresas marinas), el CONALEP (administración pesquera y administración portuaria) y las escuelas náuticas que imparten la carrera de piloto, capitán de altura, jefe de máquinas y primero o segundo maquinista.

En la Universidad Nacional Au-

tónoma de México, en el Instituto Politécnico Nacional, así como en otras universidades del país, no se contempla en los planes de estudio una carrera profesional en ciencias marinas, pero se imparten cursos especializados en el área. Los egresados que se incorporan a estos cursos de maestría y doctorado son biólogos, físicos, matemáticos, geólogos, ingenieros químicos, ingenieros mecánicos e ingenieros eléctricos y en algunas ocasiones se integran de carreras interdisciplinarias como la hidrobiología o la biología pesquera, entre otras. Sin embargo, el personal que se ha preparado no satisface la demanda de calidad y cantidad que se requiere para cada uno de los niveles del sistema educativo, científico, tecnológico, industrial y de servicios en esta área.

Propuestas

Para resolver esto, se necesita revisar los programas de estudio con el fin de que satisfagan las necesidades actuales y futuras, además de fortalecer la planta de maestros capacitados que tengan la sensibilidad e información para transmitir correctamente los conocimientos y las experiencias adquiridas; así como incrementar el número de cursos, talleres o materias para que cada uno de los estudiantes tenga la oportunidad y la asesoría necesaria para una buena formación académica, de tal manera que se le permita colaborar de acuerdo con su interés, conocimiento, ímpetu y juventud en el desarrollo de las ciencias del mar.

Las actividades científicas y tecnológicas marinas se encuentran, por lo tanto, estrechamente relacionadas con tareas administrativas, legales, sociales, económicas e internacionales, entre otras. Por ello se requiere

trabajar arduamente en propuestas que sean relevantes en el campo de estudio de los mares y océanos, con tal de llevar a cabo acciones como las que a continuación se presentan:

1. Definir y priorizar la importancia del mar y sus recursos en el desarrollo nacional.

2. Formular un amplio programa de investigación oceanográfica, integral y debidamente coordinado.

3. Revisar y actualizar los planes de estudio de las diferentes carreras y posgrados existentes así como de los proyectos a nivel técnico.

4. Realizar un inventario detallado de los recursos humanos, instala-


ciones, equipo, embarcaciones, recursos financieros y programas que se realizan en el país, de manera que sea accesible a los interesados.

5. Apoyar el fortalecimiento de la infraestructura de las instituciones de educación superior e investigación con personal, equipo, instalaciones, fondos y continuidad de las acciones.

6. Impulsar la instrumentación científica tanto del mar como del laboratorio, ya que actualmente este rubro constituye un enorme cuello de botella que debe ser atendido en las actividades de calibración, reparación, diseño y, de ser posible, de

producción de equipo.

7. Establecer y fortalecer los mecanismos de información y difusión del conocimiento oceánico, poniéndolo al alcance de los diferentes sectores de manera eficiente y oportuna.

8. Hacer una campaña de difusión a todos los niveles, para informar adecuadamente sobre el mar, así como su verdadero potencial; esto permitirá desarrollar vocaciones y eliminar el mito de que el mar es fuente inagotable de riquezas y el concepto erróneo de que sólo significa pesca, así sea ésta uno de sus más importantes recursos. 



BIBLIOGRAFÍA

- Ayala-Castañares, A. (1982). "La ciencia del mar y el desarrollo de México", en *Ciencia y Desarrollo*. No. 43, México, D. F.
- Barnes, H. (1979). *Oceanography and Marine Biology an Annual Review*. H. B. Faunder (ed.) Aberdeen University, Estados Unidos.
- Barnes, R. (1996). *Zoología de los invertebrados*. Interamericana, México, D. F.
- Beer, T. (1983). *Environmental Oceanography: An Introduction to the Behavior of Coastal Water*. Pergamon. Gran Bretaña.
- Ciencia y Tecnología para el Aprovechamiento de los Recursos Marinos (1982). *Programa Nacional Indicativo para el Aprovechamiento de los Recursos Marinos*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México, D. F.
- Cifuentes-Lemus, J.; Torres-García, P. y Frías-Mondragón, M. (1986). *El océano y sus recursos*. Fondo de Cultura Económica, México, D. F.
- De la Lanza, G. (1991). *Oceanografía de los mares mexicanos*. AGT Editor S. A. México, D. F.
- Encyclopedia of Chemistry and Environmental Sciences. (1972). Van Nostrand Reinhold Company. Nueva York, Estados Unidos.
- Gío Argáez, R. y Aguayo-Camargo, J. (1995). "El mar y sus características. Oceanografía: un estudio interdisciplinario", en Ayala-López, A. (Coord.). *Curso Introducción a la Oceanografía*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Kennet, J. (1982). *Geological Effects of Bottom Currents: Motion and Commotion in Marine Geology*. Prentice Hall, Estados Unidos.
- Lasserre, P. (1992). "The role of Biodiversity in Marine Ecosystems", en Van Emden, Solbring y Van Oordt (eds.). *Biodiversity and Change Global*, Monograph No. 8. IUBS (International Union of Biological Sciences), París, Francia.
- Levinton, J. (1982). *Marine Ecology*. Prentice Hall, New Jersey, Estados Unidos.
- Manseu, O. (1975). *Temperature-Salinity Analysis of World Ocean Waters*. Elsevier, Amsterdam, Holanda.
- Millero, F. J. y Sohn, M. L. (1992). *Chemical Oceanography*. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- National Research Council. (1995). *Undestarning Marine Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D. C. Estados Unidos.
- Pabellón del Futuro (1998). *Exposición Mundial de Lisboa*. Lisboa, Portugal.
- Scientific American Book (1969). *The Ocean*. W. H. Freeman and Company, Estados Unidos.
- Sverdrup, H.; Johnson, M. and Fleming, R. (1970). *The Oceans*. Prentice-Hall, Estados Unidos.
- Weihaupt, J. (1984). *Exploración de los océanos*. CECSA, México, D. F.