

# ACTA PESQUERA



$$L(t) = 50(1 - e^{-k(t+0.2)})$$



Revista de la Unidad Académica  
Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT

## ***ACTA PESQUERA***

---

***ACTA PESQUERA***, Año 1, No. 1, Enero–Junio de 2015, Publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Nayarit. Ciudad de la Cultura “Amado Nervo”, Tepic, Nayarit, México. C. P. 63155. Correo electrónico: [actapesquera@gmail.com](mailto:actapesquera@gmail.com), Director/ Editor Dr. José Trinidad Ulloa Ibarra. Número de reserva de derechos al uso exclusivo 04 - 2015 - 012609390000–102 otorgada por el INDAUTOR. ISSN: 2395-8944. Impresa en el Taller de Artes Gráficas de la UAN. Ciudad de la Cultura “Amado Nervo” C. P. 63190. Tepic, Nayarit, México.

Los contenidos firmados son responsabilidad de los autores. Se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes, siempre y cuando se cite la fuente y no sea con fines de lucro.

---

**Universidad Autónoma de Nayarit**

*Comité Editorial*

*Presidente*

**CP. Juan López Salazar**  
*Rector*

*Vocales*

**Dr. Cecilio Oswaldo Flores Soto**  
*Secretario General*

**Mtro. Jorge Ignacio Peña González**  
*Secretario de Docencia*

**Dr. Rubén Bugarín Montoya**  
*Secretario de Posgrado e Investigación Científica*

**Lic. José Ricardo Chávez González**  
*Secretario de Educación Media Superior*

**Ing. Arturo Sánchez Valdez**  
*Secretario de Servicios Académicos*

**CP. Marcela Luna López**  
*Secretaria de Finanzas y Administración*

**Lic. Edgar Raymundo González Sandoval**  
*Secretario de Vinculación y Extensión*

**M. C. Sara Bertha Lara Castañeda**  
*Dirección Editorial*

---

**ACTA PESQUERA**

*Comité Editorial*

- Dr. Guillermo Compean. Director del CIAT Comisión Interamericana del atún tropical.**  
**Dr. Luis Galán Wong. Universidad Autónoma de Nuevo León.**  
**Dra. Mariana Fernández Facultad de ciencias de la UNAM**  
**Dr. Javier de la Garza. CIEES**  
**Dr. Libertad Leal Lozano. Facultad de Ciencias Biológicas UANL.**  
**Dra. Gilda Velásquez Portillo SAGARPA CONAPESCA**  
**Dra. Guadalupe de la Lanza Espino Instituto de Biología UNAM**  
**Dra. Teresa Rayno Trujillo Instituto de Geografía de la UNAM**  
**Dr. Fernando Jiménez Guzmán Facultad de Ciencias Biológicas UANL**  
**Dr. Mario Oliva S. Universidad de la Habana Cuba**  
**Dr. Arturo Ruiz Luna. CIAD**  
**Dr. Adrián Arredondo Álvarez. Secretario de Medio Ambiente del C.E.N. del P.R.I.**  
**Dr. Juan Luis Cifuentes Lemus. CUC. U de G.**

*Directorio de la Revista*

**Dr. José Trinidad Ulloa Ibarra**  
*Director / Editor*

**M.C. Julio Alfonso Gómez Gurrola**  
*Subdirector*

**Dr. Juan Luis Cifuentes Lemus**  
*Coeditor*

**M. A. Salvador Villaseñor Anguiano**  
*Coeditor*

**Dr. Sergio Gustavo Castillo Vargasmachuca**  
*Coeditor*

**M. C. Aurelio Benítez Valle**  
*Editor Ejecutivo*

**MC. Elsa García de Dios**  
*Coordinadora de Edición*

**LDI Gabriela Ulloa García**  
*Coordinadora de Diseño Grafico*

---

*Contenido*

		Pag.
1	Editorial	
2	Procedimientos de seguridad en buceo	Ma.Teresa Morfín Garcinava 1
3	Las ballenas jorobadas, un maravilloso visitante de Bahía de Banderas	Astrid Frisch Jordán, Ricardo Murillo Olmeda, Aurelio Benítez Valle 20
4	Florecimiento del silico – flagelado <i>Dictyocha californica</i> (Schrader et Murray, 1985) en la bahía de Matanchén, San Blas, Nayarit	Elizabeth Dalila Frausto Sotelo, Rosalba Alonso Rodríguez 23
5	La pesca y acuacultura en México. Una retrospectiva con proyección.	Adrián Arredondo Álvarez 29
6	Génesis y desarrollo de la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera	Sergio G. Castillo Vargasmachuca, Elsa García de Dios, Aurelio Benítez Valle 34
7	Alternativas para la elaboración de modelos matemáticos	José Trinidad Ulloa Ibarra, Jaime L. Arrieta Vera, Aurelio Benítez Valle 42
8	A los Autores	Comité Editorial 56

---

# ACTA PESQUERA

Con frecuencia observamos que el mar cambia de color en diferentes épocas del año, sobre todo en las zonas cercanas a las playas. ¿A qué se debe esto? Se cree que es el fondo del mar el que refleja su color cuando la luz solar incide y se refracta a través del agua, devolviendo así la tonalidad propia del fondo. Sin embargo esto es falso, porque la tonalidad depende de la concentración y tipos de algas microscópicas presentes en el agua de mar. Si se toma una muestra grande de agua de mar y se analiza todo lo que contiene encontraremos organismos que se pueden ver a simple vista y organismos microscópicos que vemos sólo con ayuda de aparatos especiales, sobre esta temática contamos nuevamente con la participación de la MC Elizabeth Dalila Frausto Sotelo y la Dra. Rosalba Alonso Rodríguez situando el caso en la costa de Nayarit.

El buceo con equipos autónomos, trae consigo la mayoría de los riesgos de los métodos convencionales del buceo. También se introducen otros peligros que provienen de las limitaciones del equipo. Por lo tanto, el uso adecuado de los equipos autónomos invita a los no informados y a los no entrenados, a exponerse ellos mismos a un riesgo innecesario, por otro lado, el buceo puede ser razonablemente seguro si se siguen unas normas elementales. El candidato a buceador debe estar capacitado física y mentalmente y debe ser conocedor de los peligros potenciales y de sus propias limitaciones. Debe conocer y superar las situaciones peligrosas. Debe de usar con propiedad los aparatos en su óptima condición. Algunas situaciones específicas requieren varias reglas y precauciones, María Teresa Morfín en su artículo abunda sobre estos aspectos.

La pesca y la acuicultura son dos actividades que en México están subexplotadas, a pesar de que su enorme potencial de crecimiento puede constituirse en un motor del desarrollo regional

y un factor de impulso económico. Su inclusión en la Secretaría de Agricultura es una muestra de la poca importancia que se le da en nuestro país, señalan legisladores, quienes advierten que corre el riesgo de ser un sector marginado en el sexenio que inicia, no obstante desde estas tribunas tenemos la participación de profesionistas que asesoran a las cámaras para impulsar estas actividades, el Dr. Arredondo nos da cuenta de ello.

Finalmente, nuestra portada hace alusión a la modelación matemática. La naturaleza y la sociedad son crueles con los matemáticos: ponen a nuestro alrededor, en nuestra vida cotidiana, infinidad de fenómenos que parecen sencillos, incluso que llegan a entenderse, y que sin embargo son tremendamente complejos de describir matemáticamente. Lo que hace muy difícil predecir su comportamiento futuro. Un modelo trata de emular a la naturaleza. O, más precisamente, lo que la ciencia sabe de la naturaleza. ¿Cómo se construye un modelo? A partir de las teorías científicas conocidas, o de lo que aprendemos de los datos que nos proporciona la observación de la naturaleza. A menudo es la combinación de ambos enfoques la clave del éxito de un modelo. Escribir en lenguaje matemático las leyes de la naturaleza es imprescindible, no sólo para su comprensión, también para profundizar en las interrelaciones. Un modelo contiene las fórmulas, las ecuaciones que describen el fenómeno en cuestión, y a veces se pone a funcionar en computadoras.

*Editor*

## **Procedimientos de seguridad en buceo**

Biol. Ma. Teresa Morfín Garcinava  
Instructora de buceo NAUI, Guía Nacional  
FMAS/SECTUR

Recibido: 02 de febrero de 2015

Aceptado: 29 de mayo de 2015

### **Introducción:**

El buceo es actividad y herramienta fundamental para muchas personas que se mueven en el ambiente pesquero. Acciones tan aparentemente sencillas como limpiar el casco de una embarcación, complejas como la búsqueda de objetos o espacios, y la propia práctica de buceo con equipos de aire comprimido en actividades relacionadas con la pesca, llaman la atención hacia la necesidad de contar con buenos procedimientos de seguridad y de emergencia.

Pienso que, particularmente en el caso de los pescadores, pero también en general, las personas que trabajan embarcadas deberían tener al menos un entrenamiento básico en buceo con aire comprimido. No es solamente la posibilidad de hacer pequeñas y grandes tareas. Creo que para la gente de mar es necesario tener un conocimiento que vaya más allá de la superficie marina, tanto en las formas y relieves del fondo marino, como de la vida acuática y las condiciones ambientales bajo la superficie.

Durante décadas, a partir de los años sesenta, se practicaron las actividades subacuáticas con poca capacitación, hasta el inicio de la época de los ochenta. En ese tiempo creció y se desarrolló el mercado

del buceo deportivo en el extranjero y en el país, y la necesidad de un entrenamiento suficiente y correcto llevó a muchos buzos deportivos a tomar cursos de buceo, de preferencia con instructores profesionales pertenecientes a instituciones certificadoras establecidas. La influencia de este desarrollo se hizo sentir en el ámbito pesquero de diversas formas: Una de ellas, por la adopción de equipos y técnicas de buceo con aire comprimido para alcanzar sitios y especies de pesca que en otro tiempo fueron inaccesibles. La otra, la adopción por muchos pescadores de procedimientos y enseñanzas proporcionados por sus contactos en el buceo deportivo.

Sé que estoy refiriéndome a fenómenos que no se han fechado ni cuantificado: mi experiencia refiere sólo a la observación directa, a la relación con grupos de pescadores en distintas partes del país, y también a la relación con instituciones como el Instituto Nacional de la Pesca (1993, bajo la dirección del doctor Juan Luis Cifuentes).

Quiero pensar que las cosas han evolucionado en este tiempo: podemos saber de cooperativas y empresas pesqueras que ocupan buzos, con una organización extraordinaria. Sin embargo todavía sabemos de buzos ribereños, es decir, los que salen en una embarcación desde la orilla, que se embarcan en condiciones pobres de seguridad, y que hacen su trabajo con artes y procedimientos rudimentarios.

Es por ellos, y por buzos pescadores de cualquier ambiente que, recibo la invitación de Acta Pesquera con todo gusto, para proponer algunas ideas relacionadas con procedimientos de seguridad, derivadas de la práctica del buceo deportivo, pero con una base en los principios normativos del buceo profesional.

### **1. Capacitación en buceo deportivo para tareas de trabajo**

Me refiero a buceo deportivo cuando hablo de actividades subacuáticas que se realizan con aire comprimido o Nitrox, partiendo de una capacitación impartida por agencias e instituciones certificadoras de buceo deportivo, y que tienen como objetivo realizar actividades sencillas en el agua. Son actividades acotadas por estándares internacionales, con límites y procedimientos precisos. Estas actividades pueden ser simplemente recreativas, enfocadas a la investigación o a la toma de imágenes, o en el caso que nos compete, relacionadas con la pesca, utilizando equipos parecidos a los de la llamada pesca deportiva. Podemos pensar en cierto tipo de buceo llamado semi profesional, porque contrasta con el tipo de entrenamiento y equipos que se utilizan en actividades de gran complejidad y especialidad, como es el caso del buceo industrial o militar. Los entrenamientos en buceo deportivo o semi profesional se han transformado con el desarrollo del mercado del buceo. De haber sido programas para personas con capacidades superiores, se han simplificado al grado que cualquier persona con un poco de condición física y un mínimo de

conocimiento sobre la materia puede tomar un curso de nivel básico o avanzado. Esto representa una ventaja para los buzos que trabajan, ya que la información es sencilla y accesible. Sin embargo, tiene la desventaja de la dependencia en la capacidad de los guías e instructores que ofrecen los servicios de buceo, ya que se enseña a los buzos solamente el mínimo posible sobre procedimientos, y se deja la responsabilidad a quien los conduce.

Es por eso que recomiendo que los buzos interesados en realizar actividades profesionales con sus conocimientos y habilidades de buceo, se preparen a conciencia en el diseño y la práctica de procedimientos de seguridad y de emergencia. Esto, de nuevo, me parece especialmente importante en el caso de los buzos pescadores, ya que muchos de ellos entran a la explotación de los fondos marinos sin tener conocimientos ni entrenamiento, con equipos de mala calidad o de uso peligroso. Por esto quiero llamar la atención de expertos y autoridades relacionadas con la pesca para asegurar que la gente que trabaja en el agua tenga acceso a una buena capacitación, y el apoyo suficiente para contar con equipos seguros, de buena calidad, y la asesoría necesaria para que sus labores sean eficientes y seguras. Yo propondría que, de la misma manera que se exige a los marinos que tengan su capacitación en seguridad para obtener su libreta de mar, se busque la forma de atender la necesidad de muchas cooperativas de pescadores y pescadores independientes, dando la capacitación necesaria para realizar su trabajo sin incidentes, especialmente de descompresión, y la facilidad para virar



hacia otras especialidades, como el turismo o la acuicultura.

Los procedimientos y lineamientos que desarrollo a continuación están diseñados para buzos con equipo autónomo (SCUBA, tanques y reguladores), sin embargo, muchas de las indicaciones son de sentido común, y otras pueden adaptarse fácilmente para los buzos que hacen solamente buceo libre (con aletas, visor y snorkel), y para los que bucean con compresoras de baja presión (hooks).

## **2. Procedimientos de seguridad y de emergencia**

Se llama procedimiento a una forma correcta de hacer las cosas. El buceo es una actividad en la que la seguridad depende de que sigamos procedimientos adecuados. Si tú diseñas la inmersión antes de bajar, puedes escoger los procedimientos más apropiados para el tipo de buceo que vas a hacer, y tener previstas condiciones difíciles o de emergencia antes de que sucedan.

Un buzo que comienza a trabajar depende de las decisiones de otros acerca de sus inmersiones. A medida que aumenta su experiencia también aumenta su autonomía, y va teniendo capacidad de planear sus actividades. Puede haber muchas formas de bucear en cada lugar, y la selección de procedimientos adecuados para cada buceo tendría que ser una prioridad en la enseñanza para personas que trabajan en el mar. Por lo mismo, en esta sección intentamos aportar algunos

elementos para que los buzos puedan diseñar sus buceos a partir de procedimientos básicos. Esto tendría que enseñarse en los primeros esfuerzos de capacitación.

### **2.1 Estar listos siempre**

Algunos puntos valiosos para quienes quieren hacer de su buceo una actividad permanente y vital:

#### ➤ **Condición general:**

- \* Buen estado de salud
- \* Acondicionamiento físico
- \* Vías respiratorias y aparato circulatorio saludables
- \* Alimentación balanceada
- \* Moderación con bebidas alcohólicas
- \* Capacitación y actualización
- \* Entrenamiento adecuado para los buceos que vas a realizar

#### ➤ **Lo que no debe faltar:**

- \* La embarcación limpia, ordenada, en buenas condiciones
- \* Radio, instrumentos, teléfonos para comunicación
- \* Equipo de buceo completo y en buen estado
- \* Otros equipos e instrumentos que se requieran para la tarea
- \* Equipos de seguridad y de emergencia completos y en buen estado
- \* Agua y alimentos suficientes
- \* Botiquín de primeros auxilios y, si se puede, oxígeno a bordo
- \* Grupo de apoyo en superficie con conocimientos de buceo y del plan.

### ➤ **Algunos lineamientos básicos:**

- \* Respetar las jerarquías con inteligencia
- \* Siempre bucear en pareja, comunicarse
- \* Grupos adecuados al sitio y condiciones de buceo
- \* Hacer solamente buceos adecuados para nuestra experiencia
- \* No bucear sin el entrenamiento previo
- \* Planear el buceo y apegarse al plan
- \* Prever situaciones de emergencia

### 2.2 Preparación de la inmersión

Durante las actividades de buceo es necesario evitar la improvisación. Todas las características y actividades de la inmersión deben planearse antes de entrar al agua. En buceo deportivo los guías proponen el plan de buceo, pero también es común que sólo marquen el tiempo y la profundidad máxima de la inmersión. En actividades relacionadas con el trabajo subacuático la necesidad es necesario que te prepares más, ya que se hacen inmersiones más expuestas y hay que garantizar la eficiencia y la seguridad de la operación. Antes de caer al agua necesitas saber muchas cosas: sobre todo conocer las condiciones ambientales, la organización de la inmersión, el plan de tiempo y profundidad y los procedimientos de emergencia. Toda esta información se puede resumir en un plan de 9 puntos, que se ve en detalle más adelante. Es necesario planear en grupo y que todos los participantes, incluso los que se quedan en la embarcación, conozcan el plan y sus detalles. La mínima información necesaria para iniciar una inmersión se puede resumir en los siguientes incisos:

1. Descripción general del sitio

2. Condiciones ambientales relevantes para la inmersión

3. Riesgos específicos de la inmersión, y su prevención

4. Organización general de la inmersión

5. Equipado, entrada y salida

6. Descenso, orientación en el agua y ascenso

7. Ruta

8. Plan de tiempo, profundidad y consumo

9. Procedimientos de emergencia

### 2.3 Selección de procedimientos

Es más seguro planear el buceo en grupo, con participación de los buzos y del personal de apoyo en superficie. Para participar en la selección de procedimientos se debe contar con criterios de seguridad, de eficiencia y también de comodidad. Las personas más conocedoras del grupo pueden tener un diseño elaborado de la inmersión, pero siempre es posible hacer alguna sugerencia, y es importante intervenir si se piensa que puede mejorar.

➤ **Selección del lugar:** Hay que escoger un sitio apropiado para la experiencia de los participantes, y de preferencia con el mínimo riesgo. Sólo las personas más experimentadas en los buceos difíciles o complicados. Hay que programar buceos sencillos y adaptarse a las características locales.

➤ **Las técnicas de buceo y de trabajo:** En el caso de la pesca la productividad depende tanto de las condiciones ambientales como de la experiencia: Hay que utilizar experiencia y recursos de inteligencia para encontrar el producto, más que estar bajando al azar. En muchos sitios ya se turnan las zonas de recolección, y esto permite que las áreas de pesca “descansen” y se vuelvan a poblar.

- **Límites de profundidad y tiempo:** Para evitar la enfermedad por descompresión hay que respetar los límites de profundidad, sobre todo si se bucea con aire enriquecido (NITROX). Es indispensable usar tablas o computadora para bucear. En buceo deportivo o semi profesional es necesario mantenerse a menos de 40 metros o 139 pies de profundidad, y evitar los buceos que requieran descompresión obligatoria. Si se van a hacer varios buceos al día, escalonar las inmersiones de mayor a menor profundidad, y no hacer más de cuatro buceos en una jornada. En toda inmersión de gran esfuerzo o agua fría hay que considerar un grado más de tiempo de fondo, es decir: un buceo de 40 minutos con corriente fuerte o en agua fría, equivale a uno de 50 en condiciones de calma.
- **Trazar una ruta lógica:** El trazo de una ruta ayuda a orientarse a los buzos, pero también permite que el apoyo en superficie los proteja debidamente. Se parte de una imagen mental del lugar, y se traza una ruta simple. Considera puntos de entrada y salida. Informa al personal de apoyo sobre el recorrido y el plan.
- **Apoyo en superficie:** Siempre deben estar, en la orilla o en la embarcación, según el caso. Pendientes del grupo, observando las burbujas, y atentos al plan de buceo. Gente conocedora de técnicas y procedimientos, con capacidad de atender emergencias.
- **Buceo desde embarcación:** Es necesario bucear con una tripulación experta y confiable. Se deben obedecer las reglas para la navegación. El equipo debe estar ordenado y guardado cuando no se use. Muchos buceos desde la embarcación se hacen a la deriva, y es necesario protegerse de las embarcaciones que pasan por el sitio de buceo. Hay que llevar y usar correctamente la boya de localización.
- **Desplazamientos bajo el agua:**
  - Desplazamientos verticales con referencia (descensos y ascensos usando un cabo o siguiendo el perfil del fondo), facilitan el control de posición y velocidad. Se utilizan más cuando se bucea en un sitio sin corriente, en algunas áreas protegidas, con poca visibilidad o si el grupo es inexperto.
  - Desplazamientos verticales con instrumentos (controlando la velocidad con profundímetro y reloj, o computadora), requieren más atención del guía y el grupo. Se usan más cuando el grupo está a la deriva, o si no es conveniente anclar en un sitio. Hay más control si el grupo forma un círculo. Al ascender es necesario lanzar al menos una boya de localización.
- **Estancia en el fondo:** El tiempo que estamos en el agua debemos estar muy atentos, relajados, observando todo, comunicándonos con los demás. Hay que estar pendientes del plan, de las indicaciones de los otros, de la orientación y las lecturas de los instrumentos. Controla tu ritmo respiratorio, tu flotabilidad y tu comodidad térmica. Si tienes frío o estás cansado, sal a recuperarte. Si hay algún problema acércate tu compañero y decidan juntos.

- Comunicación **bajo el agua**: Hay muchas señales estandarizadas, que se encuentran en cualquier manual de buceo, pero también son útiles las tablillas de escritura y tu lenguaje corporal. Asegúrate de que todos usen el mismo código para que se entienda lo que cada quien quiere decir.
- **Al terminar el buceo**: Siempre hay que terminar con una reserva de aire. Avisa con anticipación a tu compañero si tienes poco aire. Al salir del agua asegúrate de que todos los compañeros han ascendido y están bien. Guarda tu equipo, y si vas a seguir buceando haz ajustes en correas y lastre. Elimina el nitrógeno con tranquilidad, y prepárate para recuperar la energía, sobre todo si vas a hacer otra inmersión. Si traes computadora, ponla en un sitio seguro, por ejemplo, en el hombro del chaleco compensador. Anota en la bitácora todos los datos de tu buceo.

### 2.4 Procedimientos de emergencia en la inmersión

Aún el buceo mejor planeado puede complicarse, y es necesario que antes de entrar al agua tengamos previstas algunas soluciones. Hay algunas contingencias propias de las actividades de buceo que se resuelven con procedimientos establecidos. Un buzo que trabaja necesita tener capacidad de seleccionar el procedimiento más conveniente entre las distintas opciones, antes de entrar al agua, es decir, durante el diseño de su inmersión.

Los principales procedimientos de emergencia para el buceo son:

#### 2.4.1 Auto rescate:

Es la capacidad de ayudarse a sí mismo, y ponerse a salvo en una situación de emergencia. A veces consiste en detectar a tiempo el peligro, como cambios en las condiciones ambientales o una afección fisiológica, como narcosis o intoxicaciones.

A veces implica ponerse al alcance de quien pueda prestar ayuda, o ahorrar energía y mantenerse tranquilos mientras alguien llega a rescatarnos. Hay que cultivar la voluntad de sobrevivir.

#### 2.4.2 Rescate de un compañero:

Es la capacidad de retirar a otra persona de una situación de peligro. Esto puede ir desde tranquilizar o escoltar a la lancha a un compañero estresado, hasta sacar del agua y transportar hacia lugar seguro a alguien que ha perdido el conocimiento. Estas habilidades deben practicarse con frecuencia para poder actuar con serenidad y precisión. Toda persona que bucea, pero especialmente quien trabaja en el mar, debe tener un buen entrenamiento en rescate y en la aplicación de primeros auxilios.

El rescate básico de una persona que haya perdido el conocimiento en el agua pasa por darle un poco de flotabilidad positiva (inflando el chaleco o retirando el cinturón de lastre), agarrar firmemente y ascender con la víctima a una velocidad controlada (yo soy partidaria de ir cara a cara, para controlar la exhalación de la víctima), sacarle la cara del agua y darle más flotabilidad positiva (inflar más el chaleco), pedir ayuda al apoyo en superficie e iniciar el remolque hacia la embarcación.

### **2.4.3 Separación de compañeros:**

En el caso del buceo deportivo el procedimiento lleva a mantener al grupo unido. Si estás buceando en grupo y te separas por accidente, o te pierdes, busca un minuto sin alejarte, y entonces asciende con precaución y pide ayuda a la lancha. El grupo saldrá más o menos en el mismo tiempo, y pueden decidir juntos si se continúa o se termina la inmersión. Sin embargo tienen que tomarse precauciones y decisiones para el caso de las personas que están pescando o recolectando especies del fondo, ya que muchas veces la concentración que se requiere para estas tareas nos distrae fácilmente de la atención a nuestros compañeros.

### **2.4.4 Reacciones debidas al temor:**

Todos podemos tener un día difícil, y también es humano sentir temor. Si te sientes estresado o tienes dificultad para controlar la respiración, detente un momento o indica tus compañeros que tienes problemas. Si tu compañero está respirando sin control (grandes chorros de burbujas) y muestra ojos abiertos desmesuradamente, acércate, toca con firmeza su brazo, y pregunta si está bien. Trata de llamar su atención para que respire profundamente y evalúen juntos si conviene seguir o terminar la inmersión.

### **2.4.5 Alteraciones del plan de buceo:**

Planea tu buceo y apégate al plan.

Si estás buceando en agua fría, o el buceo requiere esfuerzo físico extraordinario, considera un grado más (5 a 10 minutos) en tu tiempo de fondo, porque vas a absorber más nitrógeno.

Si te excedes en tiempo o profundidad

puedes caer en un perfil de descompresión obligatoria. Baja con tablas sumergibles y atiende las indicaciones de tu computadora.

Si te ves obligado a subir rápidamente, aumenta el tiempo que faltó en tu tiempo de parada de seguridad. Si por algún motivo no pudiste hacer una parada de descompresión obligatoria, respira oxígeno y no bucees más hasta el día siguiente.

### **2.4.6 Paradas de descompresión obligatorias:**

Se utilizan cuando se rebasan los límites de no descompresión. En la tabla NAUI aparecen a la derecha de los límites para cada profundidad. Si no tienes la tabla a la mano, con una parada de 10 minutos entre 3 y 5 metros de profundidad cubres dos grupos de tiempo de fondo. Todas las computadoras tienen procedimientos de descompresión por si excedes los límites.

**La posición se controla** deteniéndose con el cabo y observando los instrumentos. Para hacer descompresión a la deriva utiliza una boya marcadora.

**Si observas cualquier síntoma** que pueda indicar aeroembolia o enfermedad por descompresión, administra oxígeno y transporta al buzo afectado a la cámara hiperbárica más cercana. Si caíste en descompresión obligatoria no bucees en 24 horas.

### **2.4.7 Falta de aire:**

Hay cuatro formas básicas de ascender cuando falta aire o se presenta una emergencia en el ascenso:



**Ascensos compartidos:**

- ♦ *Con óctopus:* Es el ascenso asistido más seguro si el compañero tiene suficiente aire para compartir. Un compañero hace seña de falta de aire, el otro le pasa su boquilla adicional, estabilizan la posición y el agarre, y ascienden tratando de conservar su velocidad de 1 pie/ segundo.
  
- ♦ *Con un solo regulador:* se utiliza poco, pero es bueno saber hacerlo. Útil cuando por alguna razón no se tiene acceso al óctopus. Un compañero pide aire, el otro toma su boquilla y la pasa. Cada uno respira dos veces y pasa la boquilla. Se estabiliza respiración y se hace un ascenso directo a superficie, manteniendo el control de la posición. Cuando los buzos no tienen la boquilla en la boca deben exhalar burbujas.

**Ascensos autónomos:**

- ♦ *Ascenso de emergencia nadando:* el ascenso independiente más seguro, para falta de aire en aguas abiertas, de día, a profundidades intermedias o bajas. El buzo no tiene acceso al óctopus de su compañero, o el compañero tiene poco aire o poca experiencia. El buzo inclina la cabeza hacia atrás, abre vías respiratorias, extiende un brazo hacia arriba y nada hacia la superficie exhalando, con el regulador en la boca, soltando burbujas

continuamente. La clave es mantener los pulmones en su volumen normal.

- ♦ ♦ *Ascenso con flotabilidad positiva:* se usa cuando el buzo duda de alcanzar la superficie consciente, o necesita impulso adicional. El buzo infla el chaleco o tira el cinturón de lastre y da varias patadas amplias. Sube exhalando con la mano en alto, y unos metros antes de llegar a la superficie se extiende boca arriba para frenar el ascenso y asegurarse de quedar en posición horizontal al salir.

**2.4.8 Condiciones especiales del lugar:**

Antes de entrar al agua necesitamos saber cuáles son los riesgos especiales de cada inmersión, y qué tenemos que hacer si se presentan. Cada lugar tiene dificultades especiales, y hay que estar preparados para resolverlas. Entre estos aspectos que tenemos que considerar en nuestro plan están, por dar algunos ejemplos:

- Las condiciones de visibilidad, temperatura y movimientos del agua
- • La forma del sitio y los relieves del fondo
- La cercanía de rocas en zona de rompientes
- La presencia de flora o fauna peligrosa
- La existencia de estructuras dejadas por el hombre (barcos, materiales o chatarra)
- La existencia de sitios con techo, como cavernas o construcciones
- La profundidad del sitio de trabajo
- Las dificultades que puede tener la embarcación para seguirnos

### 3. La planeación y realización de las inmersiones

Tomarse un tiempo para planear las inmersiones facilita el trabajo y ayuda a prevenir complicaciones. Es más fácil hacer labores en equipo cuando todos tienen claro qué se va a hacer y en qué condiciones. Por eso sugerimos que las personas que trabajan en buceo tengan un método que les permita planear fácilmente, ponerse de acuerdo y prever condiciones de inseguridad, antes de caer al agua.

Una primera aproximación es la planeación por objetivos de la actividad, que discutiremos en un artículo más adelante. Se trata de definir el objetivo de lo que se piensa hacer, y a partir del mismo elaborar un plan estructurado, que se plasma en un programa con horarios, tareas, responsables, procedimientos de seguridad y procedimientos para contingencias.

Una aproximación más cercana es la planeación de la inmersión, que puede hacerse de manera muy sencilla utilizando un esquema que desarrollé para prácticas de buceo deportivo, pero que puede aplicarse fácilmente en cualquier tipo de circunstancia sencilla. Yo lo llamo el plan de 9 puntos, y es una guía para planear en grupo, que se plasma en una hoja de papel, o en la tablilla de acrílico que se usa como pizarra sumergible. El plan se basa en los siguientes pasos:

#### 3.1 Pasos para un plan de 9 puntos

##### Paso 1: Descripción del lugar

Debe crear una imagen mental del sitio, a veces apoyada en un esquema, fotografía o video. Debe responder a tres preguntas:

- ¿Cómo es el lugar?

- ¿Por qué razón estamos escogiendo este sitio?
- ¿Qué vamos a encontrar aquí?

##### Paso 2: Condiciones ambientales

Las condiciones que necesitamos para determinar la técnica de buceo:

- Temperatura
- Visibilidad
- Movimientos del agua
- Aspectos de clima
- Otros aspectos que hay que cuidar, estructuras, seres vivos
- Cómo se bucea en estas condiciones

##### Paso 3: Riesgos y prevención

Algunos riesgos básicos de cada inmersión, y los riesgos especiales del lugar en que vamos a bajar. Prevención y solución de problemas.

- ¿Qué hago si no puedo compensar los oídos?
- ¿Qué hago si no puedo compensar la flotabilidad?
- ¿Qué hago si me quedo sin aire?
- ¿Qué hago si me distancio del grupo?

Además habrá que agregar los riesgos que se deriven del tipo de lugar o actividad.

Por ejemplo:

- Cuando se bucea en una zona de rocas, hay que mantenerse lejos del agua con espuma. También hay que saber que para alejarse de la rompiente, hay que nadar hacia abajo y hacia fuera.
- Cuando se bucea en un barco hundido, es necesario saber que no se debe penetrar bajo la estructura, por la posibilidad de perderse, de quedar bajo un derrumbe, o quedar sin aire en el interior.

Además habrá que agregar los riesgos que se deriven del tipo de lugar o actividad. Por ejemplo:

- *Cuando se bucea en una zona de rocas*, hay que mantenerse lejos del agua con espuma. También hay que saber que para alejarse de la rompiente, hay que nadar hacia abajo y hacia fuera.
- *Cuando se bucea en un barco hundido*, es necesario saber que no se debe penetrar bajo la estructura, por la posibilidad de perderse, de quedar bajo un derrumbe, o quedar sin aire en el interior.
- *Cuando se hace buceo con visibilidad limitada*, los buzos deben saber que si se pierden o se separan deben buscar un minuto bien contado, y después ascender con precaución.
- *Cuando se hace un buceo profundo*, los buzos deben saber que tienen límites precisos de profundidad y tiempo, que deben descender despacio y estar pendientes de su ascenso y de su parada de descompresión, sea de seguridad u obligatoria. Sólo se hace buceo profundo si hay una buena razón.

### Paso 4: Organización general

La organización general de la inmersión tiene que ver con liderazgo, sistema de parejas, formación, apoyo en superficie y señales.

Para tener mejor control de la inmersión, hay que anotar las parejas antes de bucear. El capitán o el motorista deben tener una lista de los participantes. Puede ser necesario pasar lista en algún momento. El

capitán y el grupo deben cerciorarse de que todos están a bordo al terminar cada buceo, y siempre que se mueva la embarcación. Hay varias formaciones que se pueden usar en el buceo. Lo más común es que los buzos vayan acompañándose de dos en dos, siguiendo la dirección de la corriente. En fondos planos pueden distribuirse en abanico. Cuando los buzos tienen experiencia, y la actividad lo requiere se pueden organizar grupos de dos parejas, de modo que las cuartetos buceen en bloque, cada pareja supervisando a la de al lado.

Todo buceo debe contar con apoyo en superficie, tanto si se sale de orilla como si se bucea desde una embarcación. El personal de apoyo debe estar pendiente y listo para actuar. Debe conocer el plan de buceo, las señales de superficie y las posibles complicaciones. Debe tener a la mano las comodidades, los equipos de seguridad y primeros auxilios, y tener capacidad de usarlos. Es preferible que el personal de apoyo tenga capacidades de buceo, o mejor aún, que sea buzo experimentado.

Es necesario ponerse de acuerdo en las señales básicas, y las señales específicas de cada inmersión. A veces es necesario que inventemos alguna señal para el buceo que estamos programando. Aunque muchas personas se entienden bien utilizando señales de mano, es necesario llevar tablilla de escritura y lápiz para afinar la comunicación.



#### Paso 5: Equipado, entrada y salida

Este apartado trata de los procedimientos para superficie: Lo que tienen que hacer los buzos antes de sumergirse, y al salir de la inmersión.

- **Área y procedimientos para equipado:**
- Los buzos deben saber la forma de equiparse en la embarcación, y cómo está distribuida el área de equipado. En esta zona debe haber un espacio para los equipos que se van a usar, para los equipos que no se estén usando, equipo de seguridad y primeros auxilios, y a veces objetos que mejoren la comodidad, como una hielera con bebidas, toalla o ropa seca.
- **Área y procedimientos para entrada:**
- Hay que investigar la mejor forma de caer al agua, y los sitios más apropiados para las entradas. Hay que recordar al caer al agua dirigirse a la persona que está a cargo, haciendo la señal OK. También hay que fijar el sitio de reunión antes de sumergirse o al principio del buceo. Puede ser el cabo del ancla, una boya, o un lugar a poca profundidad protegido del oleaje y la corriente.
- **Área y procedimientos para salida:**
- Que al salir, los buzos avisen al apoyo en superficie que están bien con una señal de OK. Hay que saber si se deben agrupar y esperar a la embarcación, o nadar juntos hasta la embarcación. Si hay corrientes, saber si se tiene que nadar o si la tripulación va a lanzar un cabo con flotador. Si hay oleaje fuerte, puede ser necesario mantenerse a distancia de la embarcación, y

acercarse uno por uno.

Antes de bucear, los buzos deben saber si van a pasar tanque y aletas al apoyo en superficie, o cómo van a desequiparse y subir a la embarcación. Es bueno que cada quien guarde sus cosas, y que todos ocupen su sitio para pasar lista.

#### Paso 6: Descenso, orientación y ascenso

Este apartado se refiere a los procedimientos en la inmersión, que deben escogerse según las características del sitio y del grupo, y considerando las costumbres de cada lugar. Es sano hacer una revisión visual de los equipos de los compañeros en los primeros metros de la inmersión.

- **Desplazamientos verticales:**

La forma más fácil para descender y ascender es usar una referencia que se pueda tocar, como el contorno del fondo, el cabo del ancla o una boya que marque el sitio. Este tipo de desplazamientos permite controlar la posición y la velocidad, ayuda si se presenta un problema, y facilita la adaptación.

Cuando hay corrientes y oleaje fuerte, y cuando se hace buceo a la deriva, puede ser necesario descender o ascender de manera controlada sin una referencia tangible. En esos casos es mejor hacer un círculo, mantener contacto visual con el grupo, y controlar el desplazamiento con profundímetro y reloj. En caso de haber corriente fuerte puede ser necesario omitir la parada preventiva. Es necesario y útil llevar una boya de localización

### ➤ **Orientación:**

Los buzos debemos estar orientados siempre. Debemos conocer bien los lugares que vamos a visitar, y construir recorridos seguros. La orientación por ayudas naturales nos permite usar el paisaje y no distraernos. Los recorridos navegando con la brújula deben ser cortos, para llegar al sitio o a la embarcación.

### Paso 7: Ruta

Hay que seleccionar una ruta lógica, fácil de seguir. Una figura sencilla que se pueda dibujar. También se necesita hacer un diagrama de la ruta, en el plan o en la tablilla de buceo. Se trata de mostrar un dibujo de la trayectoria que se va a seguir. Aunque puede haber cambio cuando estamos bajo el agua, es bueno tener una imagen del recorrido antes de caer.

Hay que escoger rutas fáciles de seguir, como líneas rectas o recorridos siguiendo las formas del paisaje. Ya que tenemos esa figura sencilla en la mente, podemos hacer cambios según la necesidad y los objetivos.

### Paso 8: Plan de tiempo, profundidad y consumo.

El plan de tiempo, profundidad y consumo incluye un dibujo del perfil de buceo. También una presión de manómetro para avisar que tenemos poco aire, y una presión para iniciar el ascenso. No es sano terminarse el aire, ni en buceo con tanques ni en buceo con compresores. El riesgo de una aeroembolia o de enfermedad por descompresión cuando se hace un ascenso sin control, es mayor que si salimos con aire.

Hay que definir el procedimiento del ascenso: si se va a hacer parada de seguridad, y de qué manera. No debemos hacer paradas de seguridad si estamos en una zona de corrientes fuertes, o nos hemos alejado de la embarcación. Es útil tener una boya de localización para que nos vea el barco, pero tenemos que saber que si el oleaje no nos favorece o nos está llevando la corriente, no podemos contar con que la boya sea vista. Por lo tanto, hay que prevenir.

Hay buzos que bucean con sus tablas, y otros que sólo se apoyan con la computadora. Las dos formas son correctas, pero todos los buzos deben apegarse al plan de buceo general: nadie debe exceder el tiempo ni la profundidad del plan del guía.

Es terrible tener que reconocer que en México todavía hay muchos buzos de trabajo, sobre todo pescadores, que no utilizan tablas, computadoras, ni ningún procedimiento establecido de descompresión.

Muchos de ellos van teniendo casos leves (o no detectables) de enfermedad por descompresión hasta que se presenta un golpe grande, parálisis o un estado generalizado de malestar. Es necesario adoptar algún sistema de tablas o computadoras, y mantenerse dentro de los límites que marca. En buceos profundos, o en cualquier inmersión que ponga a los buzos en posibilidad de necesitar más aire en el ascenso, es necesario comenzar a subir con 2/3 del aire. Esto también se programa cuando por alguna razón, como condiciones adversas en la superficie, tenemos que nadar

bajo el agua para llegar al punto de salida.

#### Paso 9: Procedimientos de emergencia

Este apartado es un resumen de los procedimientos de emergencia, los cuatro básicos, además de los otros que se requieran según las condiciones del lugar o las características del buceo, y los procedimientos para solucionar problemas que puedan presentarse. El tiempo se destina a repasar los riesgos de la inmersión. Se deja al último para que los buzos inicien su buceo con la información reciente.

Podemos cerrar con un resumen de las actividades de buceo: Cómo nos equipamos, cómo caemos, cómo descendemos, cómo nos orientamos, cómo ascendemos y cómo regresamos a la orilla o la embarcación.

#### 4. El uso de procedimientos de descompresión

Llamamos descompresión o eliminación al proceso que ocurre en el cuerpo cuando ascendemos, después de haber buceado con aire comprimido o con alguna mezcla de gases. Mientras estamos sumergidos a una presión mayor que nuestra presión de superficie, el organismo absorbe una cantidad adicional de los gases del tanque: en el caso del buceo con aire absorbemos nitrógeno y oxígeno a presión mayor. El oxígeno se consume en las reacciones metabólicas, y el nitrógeno se va depositando en los tejidos.

La eliminación de ese nitrógeno a través de los aparatos circulatorio y respiratorio se llama descompresión. Una descompresión adecuada nos permite bucear felizmente por muchos años. Una descompresión

inadecuada genera enfermedad por descompresión, que consiste en la formación de burbujas en los tejidos.

Para prevenir la enfermedad por descompresión se han desarrollado procedimientos que intentan evitar o minimizar la formación de burbujas en los tejidos. Se han hecho muchos estudios sobre lo que sucede en el organismo. Los más conocidos son los realizados por el bioquímico inglés John Scott Haldane, que hizo muchos experimentos con tejidos a presión, y desarrolló las bases para los primeros modelos matemáticos que dieron lugar a tablas de descompresión.

Entre los descubrimientos de J. S. Haldane estuvo el hecho de que muchos tejidos saturados de gas no forman burbujas si se reduce la presión ambiente a la mitad. También desarrolló un modelo matemático de la absorción y eliminación de gas en la forma de una curva exponencial, y generó el concepto de tejidos de diferentes velocidades de absorción, y el de "tiempos de saturación media" para distintos tejidos, que son la base de muchos de los sistemas de descompresión más usados en nuestros días. La base de un buen procedimiento de descompresión es absorber poco gas y eliminarlo adecuadamente. Eso se logra limitando el tiempo de permanencia en el fondo y ascendiendo según ciertas reglas. Todo ascenso que realicemos después de bucear es un procedimiento de descompresión. Algunos de los sistemas más conocidos indican un ascenso a velocidad constante, mientras que otros indican paradas de descompresión, que permiten eliminar una cierta carga de gas antes de pasar a una profundidad menor o de salir a superficie.

Estos procedimientos de descompresión se han determinado utilizando tablas numéricas. Actualmente existen en el mercado muchos tipos de computadoras personales para buceo, que funcionan a partir de programas que recalculan el plan de buceo a partir de tablas, o que simulan en un programa matemático la absorción y la eliminación en los tejidos.

En esta sección vamos a describir algunos de los sistemas más utilizados para buceo deportivo, y a proponer algunos procedimientos para evitar la enfermedad de descompresión.

### 4.1 Tablas de buceo de la Marina de los Estados Unidos

Las primeras tablas de la Marina de Estados Unidos fueron tomadas de las primeras tablas de la Real Armada Inglesa, y estaban basadas en el principio de Haldane. Se utilizaron hasta 1937. En ese tiempo se diseñaron unas tablas más avanzadas, basadas también en el mismo principio, considerando varios tejidos hipotéticos e incorporando el uso de grupos repetitivos. Estas tablas se han utilizado y mejorado por muchas décadas. En 1965 estaban cerca de su forma actual.

A principios de los años ochenta surgió el mercado del buceo deportivo, y muchas personas que no tenían el mismo entrenamiento y características físicas que los buzos militares comenzaron a bucear. En ese tiempo también se dieron grandes pasos en la tecnología médica, y por primera vez pudieron verse y escucharse las burbujas en el organismo de los buzos, con un aparato ultrasónico llamado detector Doppler. Estos dos cambios fueron el principio de muchos avances en

el desarrollo de la teoría de la descompresión, y por años se mantuvo un debate acerca de la fisiología del buceo. Aparecieron nuevos modelos, tablas distintas, instrumentos de medición, computadoras, y se sigue buscando un equilibrio entre las necesidades del mercado y el compromiso con la seguridad.

La mayoría de los sistemas de descompresión incluyen el uso de tablas y modelos matemáticos. La mayor parte de las tablas han sido desarrolladas por las instituciones militares de países que tienen buzos de combate y por compañías de buceo industrial. Muchas siguen usando como base el modelo de Haldane, aunque otras se basan en nuevos modelos. Todas siguen considerando a los tejidos del cuerpo como depositarios de gases inertes.

Actualmente sigue habiendo muchas instituciones e instructores que recomiendan las tablas de buceo de la Marina de los Estados Unidos por varias razones. Son las tablas más probadas, y sus valores se han ido ajustando a partir de estadísticas muy estrictas. Además es un modelo muy fácil de usar, elaborado para personas que requieren un sistema práctico y efectivo. Varias agencias certificadoras de buzos han adoptado estas tablas de buceo, por lo menos para su entrenamiento básico. A veces se han propuesto procedimientos complementarios para asegurar una eliminación satisfactoria, independientemente de la condición física, el género o la edad.

La versión de NAUI<sup>1</sup> de las tablas de buceo de la Marina de los Estados Unidos para aire es una tabla compacta, muy fácil de usar, diseñada y probada para todo tipo de personas que practican el buceo deportivo. Su uso se basa en varias definiciones básicas y algunas recomendaciones de procedimientos. La primera regla para usar este tipo de tablas es hacer inmersiones que no requieran paradas de descompresión obligatoria, es decir, mantenerse de los llamados límites de no descompresión. Los términos básicos para estas tablas son:

- ◆ **Profundidad** de la inmersión: se refiere a la máxima alcanzada, sin importar el tiempo abajo.
  - ◆ **Tiempo de fondo:** El tiempo desde el inicio de la inmersión hasta el inicio del ascenso directo a la superficie. Se recomienda incluir el tiempo de ascenso en el tiempo de fondo.
  - ◆ **Límite de no descompresión:** El tiempo máximo a una profundidad, sin necesidad de paradas de descompresión obligatorias.
  - ◆ **Velocidad de ascenso:** 1 pie por segundo. Se recomienda comenzar el ascenso antes y subir más despacio.
  - ◆ **Parada preventiva:** Alto de tres minutos que se recomienda hacer entre 15 y 20 pies, 5 y 7 metros, para eliminar las microburbujas formadas en el ascenso.
  - ◆ **Parada obligatoria:** Alto que se tiene que hacer según el tiempo y la profundidad que marquen las tablas, cuando se hace un buceo que rebase los límites de no descompresión.
- ◆ **Inmersión sencilla:** Cuando se hace un sólo buceo en el día.
  - ◆ **Grupo repetitivo:** Una letra de la A a la Z que indica un grado de absorción de nitrógeno en el cuerpo después de bucear. Se utiliza para calcular buceos repetitivos.
  - ◆ **Nitrógeno residual:** Es el que queda en el cuerpo después de una inmersión. El modelo de la tabla NAUI considera que se elimina en 24 horas.
  - ◆ **Tiempo de nitrógeno residual:** El tiempo que se resta al tiempo de fondo posible, por el nitrógeno residual que queda de buceos anteriores.
  - ◆ **Inmersión repetitiva:** Toda inmersión que se realice antes de 24 horas de haber buceado. Es decir, todo buceo que se haga con N<sub>2</sub> residual.
  - ◆ **Intervalo en superficie:** El tiempo entre dos buceos repetitivos.

Algunas recomendaciones adicionales para evitar la enfermedad por descompresión usando estas tablas son:

- 60 pies, hacer una parada de seguridad. También en la última inmersión del día.
- En caso de inmersiones que requieran un gran esfuerzo físico, o en agua muy fría, considerar un grado más de tiempo de fondo.
- Evitar “inmersiones rectangulares”, es decir, aquellas en las que se pasa la mayor parte del tiempo a la máxima profundidad. Es mejor hacer un descenso lento, pasar poco tiempo a la profundidad máxima, y distribuir el tiempo restante a profundidades cada vez menores.



- o Mantenerse en grupos repetitivos intermedios hasta el penúltimo buceo.
- o Escalonar las inmersiones repetitivas de mayor a menor profundidad, de manera que en cada inmersión sucesiva se siga eliminando el nitrógeno de más alta presión.
- o Hacer un máximo de tres buceos al día, y dejar un día de descanso cuando se tenga una temporada intensa de buceo.
- o Esperar 24 horas para volar después de bucear, y esperar hasta estar en un grupo repetitivo bajo antes de ir por tierra a una altitud mayor sobre el nivel del mar.
- o Para buceos profundos, apoyarse en el sistema de multi nivel. El uso de estas tablas de buceo se verá al final.

### **4.2 Otros sistemas de descompresión**

#### 4.2.1 Tablas de otros países

Algunos países con intereses militares, científicos o comerciales tienen sus propias técnicas y tablas para buceo. Algunas de estas tablas están basadas en técnicas para ajustarse a las condiciones locales. Varios de estos sistemas son demasiado conservadores. Algunos son tan permisivos que resultan peligrosos .

Por ejemplo, las tablas de la Armada Real (británicas) son muy conservadoras. Están diseñadas para las condiciones extremas de buceo del Mar del Norte. Sirven para calcular buceos profundos con un buen margen de seguridad. Calcular un buceo profundo con dos sistemas da doble seguridad.

#### 4.2.2 Tablas DSAT<sup>2</sup> para buceo recreativo

Surgieron como respuesta a las necesidades de los grandes centros de buceo, y a raíz de las inquietudes para el

uso de las versiones originales de las tablas de la Marina de EU. Utilizan como tejido de control para el modelo el que tiene un tiempo de saturación media de 60 minutos, en lugar del de 120 minutos que utiliza la tabla de la Marina. La FMAS utiliza una versión conservadora de la tabla DSAT.

Sus principales características son:

- Permiten menos tiempo en la primera inmersión, y dan tiempos más largos en buceos sucesivos.
- Requieren tiempos de superficie más cortos entre buceos.
- Suponen que en 6 horas se elimina totalmente el nitrógeno residual.
- Incluyen límites de descompresión cortos, como factor de seguridad.

Estas tablas son para buceo deportivo, de no descompresión, con aire, y al nivel del mar. Se pueden usar hasta 1000 pies de altitud, 330 metros sobre el nivel del mar. Utilizan paradas preventivas 3 min a 15 pies o 5 metros, para inmersiones que estén a menos de tres grupos del límite de no descompresión, y para cualquier buceo a profundidades mayores de 100 pies.

Si se excede el límite de no descompresión por menos de 5 minutos, es obligatoria una parada de 8 min a 15 pies o 5 metros. El buzo debe esperar por lo menos 6 horas para volver a bucear.

Si se excede el límite por más de 15 min, se hace una parada de más de 15 min a 15 pies o 3 metros, y el buzo debe esperar 24 horas para volver a bucear.

Para volar después de bucear con el sistema DSAT:

- Inmersión sencilla, menos de una hora en el fondo, espere 4 horas.
- Inmersión sencilla, más de una hora de tiempo de fondo, o después de buceo repetitivo, 12 horas.
- Cualquier inmersión que requiera descompresión de emergencia, mínimo 24 horas.

En esta tabla se asignan “grupos de presión”, similares a los grupos repetitivos, que permiten bucear después de intervalos en superficie muy breves. Considera que después de 6 horas no hay nitrógeno residual.

El sistema es atractivo. Se adapta a los programas comerciales de los centros de buceo. La falta de estadísticas confiables y la aparición de múltiples casos de E. D. dentro de los límites, en buzos que pasan varios días buceando y más aún, varios días después de haber buceado, me hacen preferir y recomendar los sistemas más conservadores.

#### 4.2.3 Buceo de multinivel

Los cálculos están basados en un manejo de los grupos repetitivos durante la inmersión. Se basan en la suposición de que el buzo deportivo no permanece todo el tiempo a la máxima profundidad, y al ascender a una profundidad menor, está eliminando nitrógeno de alta presión. Es un modelo que, usado conservadoramente, permite hacer buceos profundos seguros y sin tanta presión de tiempo, dentro de los límites de no descompresión. La mayor parte de las computadoras de buceo están

diseñadas para obtener el máximo provecho de buceos multinivel. Algunos principios básicos:

- ◆ *Escalonar la profundidad de mayor a menor*
- ◆ *Iniciar a menos de 130 pies o 40 metros*
- ◆ *Mantenerse un grupo por debajo de los límites para cada nivel*
- ◆ *Separar los niveles por lo menos 20 pies o 6 m.*
- ◆ *Hacer buceos sencillos y de no descompresión*
- ◆ *Este sistema se aplica sólo al nivel del mar*

Después de la aparición de las computadoras, el sistema parece haber quedado obsoleto. Sin embargo, siempre es útil hacer una estimación previa del plan de buceo apoyándose en las tablas, y seguirlo con la computadora durante la inmersión.

#### 4.2.4 Tablas de gradiente reducido de burbujas

Se basan en la idea de eliminar los micronúcleos, o pequeñas burbujas que se forman durante el ascenso, antes de que crezcan. La clave es hacer las llamadas “paradas profundas” en buceos a partir de los 18 metros o 60 pies.

Existen varios modelos y permiten aumentar el tiempo de fondo de los buceos con intervalos de superficie breves. La tabla presentada por NAUI permite tres inmersiones durante el día, y tiene las modalidades de buceo con aire o NITROX, al nivel del mar o en diferentes altitudes.

### 4.2.5 Buceo con computadoras

Las computadoras sumergibles controlan tiempo y profundidad durante toda la inmersión, tienen memoria de varios buceos, indican procedimientos de emergencia y algunas incorporan el consumo de aire a través de una pieza que se conecta al regulador. Hay *dos tipos básicos*, las basadas en tablas y las que funcionan como simuladores de tejidos. Todas recalculan periódicamente el buceo, a partir de un modelo de multinivel. Las computadoras aumentan el tiempo de fondo posible al recalcular sobre profundidades reales. Permiten hacer buceos de multinivel con buena seguridad.

*Para seleccionar una computadora de buceo*

Busca calidad, un modelo confiable y apropiado para tus necesidades. Algunas computadoras funcionan en altitud. Ahora que se ha popularizado el buceo con NITROX considera una computadora que tenga esa opción.

Algunas recomendaciones de seguridad:

- ◆ *Bucea con sentido común*
- ◆ *Lee con cuidado el manual, tenlo a la mano*
- ◆ *Úsala en todos los buceos*
- ◆ *Recuerda que todas las computadoras llegan a fallar, las sumergibles no son excepción: Apóyate en un plan paralelo de tablas, y baja con tablas sumergibles*
- ◆ *Evita exposiciones extremas o que pasen por alto la fisiología de la absorción y la eliminación de N<sub>2</sub>*
- ◆ *Usa una computadora por cada buzo*
- ◆ *Verifica el estado de sus baterías*
- ◆ *Desconfía de tiempos extremos*
- ◆ *No deseches tus tablas de buceo, profundímetro y reloj*

### 4.2.6 Buceo con mezclas de aire enriquecido

Actualmente se está popularizando el uso de mezclas de gases diferentes al aire común, que por mucho tiempo se han utilizado para fines militares o en el buceo industrial. Las mezclas más comunes son el NITROX (aire enriquecido) y el TRIMIX (aire, oxígeno y helio), que permiten incrementar los tiempos de fondo y reducir el tiempo de descompresión. El buceo con TRIMIX se utiliza especialmente para buceos profundos y de descompresión.

El uso de buceo con aire enriquecido forma parte de lo que se conoce ahora como buceo técnico, que es una rama del buceo deportivo que incluye especialidades que requieren procedimientos y equipos especiales, y requiere experiencia y entrenamiento adicional. Entre las especialidades del buceo técnico están el buceo con mezclas, el buceo de descompresión, la exploración interior de cavernas y estructuras sumergidas y el buceo con equipos experimentales, como los aparatos recicladores. Actualmente muchos prestadores de servicios de buceo ofrecen tanques con NITROX, y este tipo de buceo es una opción interesante para quienes quieren hacer varios buceos en el día, extender sus tiempos de fondo y reducir el riesgo de enfermedad por descompresión.

Este tipo de buceo requiere una capacitación sencilla y certificación en la especialidad. Los principales cuidados para bucear con NITROX son:

- ◆ *Certificarse en la especialidad*
- ◆ *Verificar personalmente el porcentaje de gases en su tanque*
- ◆ *Utilizar las tablas o computadoras adecuadas*



- ♦ *Mantenerse a una presión parcial de oxígeno menor a 1.2 atmósferas*
- ♦ *Planear su inmersión con personas que estén usando la misma mezcla*

### **5. Evitando accidentes**

Los buzos que amamos el mar, y los buzos que vivimos del mar, sabemos que los accidentes son parte de la vida, pero que muchas veces una situación adversa puede ser ocasionada por descuido o falta de procedimientos adecuados. Sabemos que aún cuando hayamos cuidado cada detalle de nuestro plan y la realización del buceo, siempre hay la posibilidad de un cambio en las condiciones ambientales, una falla de equipo o, incluso, la mala suerte, y el accidente puede llegar. Sin embargo es menos probable que ocurran situaciones delicadas o graves durante nuestro buceo si tenemos cuidado en respetar los lineamientos de seguridad.

Es posible tener actividad intensa de buceo sin accidentes. Entre las cosas que yo recomendaría a los buzos que se dedican a trabajar en buceo están:

- • Un buen plan para cada inmersión, considerando todos los procedimientos, y particularmente los límites de tiempo y profundidad.
- • Diseñar las actividades de trabajo considerando los lineamientos de seguridad. Los tiempos, las profundidades y las actividades que se realizan en el fondo deben programarse pensando en la seguridad como primera prioridad.
- • Mantenerse en buen estado físico, y ejercitarse en las destrezas que se requieren para hacer el trabajo bien.
- • Cuidar la pureza del aire, en el caso

del buceo con equipo autónomo, llenar con compresores confiables, y evitar el llenado cuando hay mucha humedad en el ambiente. Es necesario tener precaución con la carga de tanques, ya que cuando se calienta excesivamente un compresor, puede llegar a pasar aceite o monóxido.

- • En el caso de los equipos de compresor, separar la toma de aire del escape y del tanque de gasolina. Usar solamente equipos para buceo y aceites lubricantes especiales para compresores para uso humano. No exceder el límite de profundidad de uso del compresor.
- • Mantener una vigilancia en superficie que dé apoyo completo y eficiente. Usar suficientes embarcaciones para cubrir la necesidad de apoyo de todo el grupo.
- • Cuidado con la flora y fauna peligrosa de la localidad.
- • Cuidado con el manejo de herramientas y la destreza para hacer trabajos que son eventuales.

Espero que esta información pueda ser de utilidad para los lectores de Acta Pesquera. Es difícil destinar procedimientos específicos cuando el espectro de posibles lectores es tan amplio. He tratado de ajustarme a lo más general. Buceo seguro y buena marea son mis mejores deseos para quien está leyendo mi contribución.

### Las ballenas jorobadas, un maravilloso visitante de Bahía de Banderas

Biol. Astrid Frisch Jordán  
Ing. Ricardo Murillo Olmeda  
Ing. Aurelio Benítez Valle

Recibido: 06 de febrero de 2015

Aceptado: 22 de junio de 2015

*“Las ballenas son el barómetro del estado de los océanos. Ellas integran lo que esta sucediendo en largos periodos de tiempo y sobre grandes distancias. Nos alertan sobre cosas importantes. A veces hay que ser un poco sensibles, o algo inteligentes, pero el mensaje esta ahí. Si las ballenas tienen problemas, entonces los océanos tienen problemas, y si los océanos tienen problemas entonces nosotros también los tenemos.”* (Steve Katona, 1988).

Las ballenas jorobadas son mamíferos al igual que nosotros, solo que están adaptadas a la vida marina. Tienen pulmones, respiran aire, dan a luz a crías vivas y las amamantan. Las ballenas y los delfines son considerados como Cetáceos (“los monstruos del mar”) y los científicos se basan en la distinción de animales dentados y con barbas para clasificarlos.

Las ballenas jorobadas pertenecen al grupo de las ballenas con barbas o ballenas verdaderas, conocidas como Mysticetos. Esto significa que son animales filtradores y que tienen barbas en lugar de dientes, además de que tienen dos orificios nasales o espiráculos.

Los delfines, las orcas y los cachalotes pertenecen al grupo de los Odontocetos lo que significa que tienen dientes y un sólo espiráculo.

¿Sabias que las ballenas jorobadas no tienen ninguna “joroba”? Su nombre se

debe a su técnica de buceo, cuando la ballena jorobada se va a sumergir arquea su espalda y muestra su aleta dorsal, lo que da la impresión de una gran joroba. Es imposible mirar a una ballena jorobada y no encontrar su poder impresionante. Su longitud promedio es de 14 a 16 metros y la más grande registrada alcanzó los 18 metros. Su peso varía de 50 a 30 toneladas dependiendo de la variación temporal de la capa de grasa. Al igual que otros Balenoptéridos, las jorobadas tienen de 14 a 35 bandas gulares, cada una de aproximadamente 30 centímetros, las cuales se expanden y contraen como un acordeón a la hora de alimentarse. Es difícil ser justos al describir las enormes aletas pectorales de las ballenas jorobadas, imagínate unos apéndices delanteros gigantes, que varían en color, desde gris claro hasta blanco con negro o completamente blanco. Son unos enormes apéndices que llegan a medir hasta un tercio de su tamaño corporal (4 a 5 metros), son flexibles y al parecer son un órgano táctil de gran importancia en su comportamiento social. Rara vez se le ha dado a una especie un nombre científico tan apropiado: *Megaptera*, el animal de las alas grandes.

Las ballenas jorobadas se encuentran distribuidas por todo el mundo y habitan tanto el Océano Pacífico como el Atlántico. En el hemisferio norte las encontramos desde el ecuador hasta los márgenes de la Antártica. Los ciclos reproductivos de las poblaciones de los hemisferios norte y sur se encuentran separadas estacionalmente por 6 meses, por lo cual las poblaciones no interactúan. Las tres poblaciones se encuentran geográficas y reproductivamente aisladas.

En el Pacífico norte las ballenas jorobadas se alimentan durante el verano en el mar de Bering, el golfo de Alaska, el mar de Chuckchi, el mar de Okhotsk y hacia el sur hasta las isla Honshu en Japón y Punta Concepción y las islas Farallon en California, U.S.A. En el invierno, durante la época de reproducción las jorobadas se concentran en tres áreas diferentes: El Pacífico Nororiental (Taiwan, Bonin, Ryukyu y las islas Marianas), el Pacífico Central (alrededor de las principales islas de Hawaii, de Kauai a Hawaii) y el Pacífico Noroccidental (la costa este de México, principalmente en la isla Isabel, las islas Revillagigedo y Bahía de Banderas).

Las maravillosas ballenas jorobadas visitan Bahía de Banderas cada año en busca de aguas templadas y tranquilas para aparearse y tener a sus crías. Hasta donde sabemos las ballenas jorobadas son los únicos cetáceos que compiten fuertemente e incluso pelean para obtener la atención de las hembras. Llamar la atención de las hembras no es tarea fácil, los machos muestran diferentes comportamientos como son los mundialmente famosos saltos acompañados de coletazos y aletazos, sus encantadores cantos y los agresivos grupos de cortejo. Los cantos de las ballenas jorobadas son probablemente los más famosos, intrigantes y atípicos sonidos emitidos por ballenas. Finalmente después de dos décadas de estudios intensivos se pudieron definir claramente las características de estas canciones. Las canciones están formadas por frases con un mismo ritmo que se repiten y forman temas que al repetirse forman la canción completa la cual llega a durar de 10 a 15 minutos. Los únicos que cantan son los machos y todos los machos cantores de

una misma población cantan la misma canción, lo que quiere decir que ¡los machos que visitan Hawaii y México cantan la misma canción! Además las canciones cambian gradualmente cada año, hasta que después de 10 años la canción es completamente diferente. Pero, ¿cómo es que los machos logran aprender la nueva parte de la canción para la próxima temporada cuando casi nunca cantan en sus zonas de alimentación? La respuesta todavía no la tenemos, esta es sin duda una de las muchas preguntas que aun quedan por resolver sobre estas increíbles criaturas.

El comportamiento de las ballenas jorobadas en el verano también es bastante complejo. Su estrategia de alimentación depende de la cantidad y del tipo de alimento, pueden aproximarse a su fuente de alimento desde el fondo o de lado con la boca abierta y engullendo su comida, también pueden acorralar y concentrar a sus presas con sus enormes aletas pectorales o pueden utilizar una estrategia impresionante conocida como la red de burbujas, en la cual las ballenas jorobadas literalmente soplan redes echas de burbujas y atrapan en ellas a sus presas. Su alimento preferido es el arenque, pero también pueden comer krill, sardinas y bacalao. Otra característica especial de las ballenas jorobadas es la parte ventral de su cola, la cual presenta un patrón de coloración que va de completamente blanco a completamente negro y presenta cicatrices, líneas, manchas y hendiduras que en conjunto con su borde, forma y tamaño de la hendidura central, proveen a las jorobadas una característica distintiva para cada individuo.

Esto le permite a los científicos reconocer a un individuo de otro, tal y como se hace con los humanos a través de sus huellas digitales. Por esto tomar fotografías de la parte ventral de la cola de las ballenas es muy importante (a esta técnica se le conoce como fotoidentificación) ya que así se puede estimar los tamaños de las poblaciones, estudiar su comportamiento, rutas migratorias y mucho más.



Actualmente el Catálogo de Fotoidentificación de Ballena Jorobada en Bahía de Banderas (conocido como Catálogo FIBB) consta de más de 1,500 individuos distintos fotografiados desde 1996 a la fecha. Si estas interesado en participar o apoyar este valioso esfuerzo de investigación por favor comunícate a [fibbcatalogo@yahoo.com](mailto:fibbcatalogo@yahoo.com)

Las ballenas jorobadas son una especie en peligro de extinción y se encuentran protegidas por el gobierno mexicano. Si sales a observar ballenas asegúrate de hacerlo sólo en las embarcaciones autorizadas y con personal profesional que se preocupe por el bienestar de las

ballenas. Si vas en tu embarcación en la Bahía asegúrate de no manejar rápido, ¡recuerda que puedes encontrarte con una ballena en tu camino! Si te encuentras con una ballena por favor sé respetuoso, mantén tu embarcación por lo menos a 80 metros de distancia de ella(s), evita los cambios bruscos de velocidad y dirección dentro de un área de 300 metros y no la sigas por más de 10 minutos. Si la(s) ballena(s) te evitan, cambian de dirección, su ritmo de respiración o modifican su actividad no te acerques, ¡aléjate despacio! Las hembras con cría son extremadamente sensibles por lo que es muy importante no molestarlas. Recuerda que no se pueden realizar actividades de pesca deportiva o comercial en el área donde se encuentran las ballenas. Por favor no tires ninguna clase de objetos al agua, en especial plásticos, colillas de cigarrillos o cualquier material sintético ya que puede ocasionarles problemas a los animales si se los llegaran a tragar accidentalmente.

Queremos que las jorobadas sigan viniendo al Pacífico Mexicano cada invierno, además ellas cuentan contigo para poder sobrevivir.





FLORECIMIENTO DEL  
SILICOFLAGELADO *Dictyocha*  
*californica* (Schrader et Murray, 1985) EN  
LA BAHÍA DE MATANCHÉN, SAN  
BLAS, NAYARIT.

<sup>1</sup>Frausto-Sotelo Elizabeth Dalila. <sup>2</sup>Alonso-  
Rodríguez Rosalba

<sup>1</sup>Centro de Estudios Tecnológicos del  
Mar No. 26. Ave. Teniente Azueta s/n  
C.P. 63740, San Blas, Nayarit  
elizabeth\_dfs@hotmail.com  
<sup>2</sup> Instituto de Ciencias del Mar y  
Limnología, Universidad Nacional  
Autónoma de México. Joel Montes  
Camarena s/n, 820140, Mazatlán,  
Sinaloa

Recibido: 04 de febrero de 2015

Aceptado: 22 de mayo de 2015

## INTRODUCCIÓN

El fitoplancton marino es una comunidad formada por numerosos grupos de microalgas que generalmente se encuentran a la deriva en el medio pelágico y que tienen capacidad de fotosíntesis, formando por lo tanto la base de la cadena alimenticia en este medio. Como parte integral del fitoplancton marino se encuentran los fitoflagelados, grupo heterogéneo de organismos unicelulares micro-planctónicos (<200  $\mu\text{m}$ ), nano-planctónicos (<20  $\mu\text{m}$ ) e incluso ultra-planctónicos o pico-planctónicos (<2  $\mu\text{m}$ ) que destacan en la producción primaria, en la biomasa total y en la concentración total de clorofilas en el océano tanto en zona costera como en zona oceánica. Pertenecen a varias clases algales y en la actualidad

debido a estudios recientes de taxonomía, filogenia, ciclos de vida, etc, se agrupan según el autor entre 15 y 20 grupos, (Hernández-Becerril 1987, 1993, Bravo-Sierra 2004).

## OBJETIVO GENERAL

Determinar la presencia del Silicoflagelado *Dictyocha californica* (Schrader et Murray, 1985) en la Bahía de Matanchén, San Blas, Nayarit.

## METODOLOGÍA

Las muestras del presente trabajo fueron tomadas en el mes de Octubre del 2010 perteneciente al monitoreo mensual dentro de un ciclo anual (2010) en la Bahía de Matanchén, San Blas, Nayarit (estación 1: 21°30'37" N y 105°16'26" y estación 2: 21°29'00" N y 105°13'11") (Figura 1.). Las muestras de agua fueron colectadas con botella Van Dor a cuatro profundidades (0.5, 1.5, 3.0 y 5.0m), se fijaron con acetato-lugol para analizarse cuantitativamente con cámara Sedgewick-rafter con ayuda de un microscopio de luz marca Axiostar, posteriormente se tomaron fotos con ayuda de un microscopio invertido marca Leica. También se obtuvieron mediciones de salinidad, temperatura ambiente, temperatura de la superficie del mar, pH, oxígeno disuelto.

### RESULTADOS

En la cuantificación de las muestras dominó la presencia del silicoflagelado *Dictyocha californica* (Figura 2.) en la estación 1 en las cuatro profundidades a una concentración de 221, 210, 171 y 93  $\times 10^{-3}$  cél L<sup>-1</sup> de superficie a fondo, la temperatura promedio fue de 22°C y en la estación 2 de 193, 421, 236 y 371  $\times 10^{-3}$  cél L<sup>-1</sup>, la temperatura promedio fue de 23°C. También se observaron algunos dinoflagelados y diatomeas (Figura 3.) en bajas concentraciones. Este organismo se caracteriza por ser una célula elíptica con esqueleto silíceo con dos grandes espinas en el eje mayor y dos espinas reducidas en el eje menor de 65-80  $\mu\text{m}$  de largo y 48-55  $\mu\text{m}$  de ancho. Se le observa un flagelo y numerosos cloroplastos. Se distribuye las costas del Océano Pacífico. Se conoce por que puede afectar peces en branquias provocando irritación y mucus (Alonso-Rodríguez *et al.*, 2007). Sin embargo en este estudio no se observaron efectos sobre la fauna marina.

### CONCLUSIÓN

A pesar de que el silicoflagelado *Dictyocha californica* puede afectar peces en branquias provocando irritación y mucus, en este estudio no se observaron efectos sobre la fauna.

### AGRADECIMIENTO

Al Dr. Rafael Hernández Guzmán por su apoyo técnico y al laboratorio de biotoxinas del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM-Mazatlán por facilitar sus instalaciones para llevar a cabo el presente trabajo.

### BIBLIOGRAFÍA

- Alonso-Rodríguez R., Hernández-Becerril D.U., Garate-Lizárra I., 2007. Catalogo de Microalgas de las lagunas costeras de Sinaloa. Instituto de Ciencias de Mar y Limnología, Universidad Autónoma de México. Serie: Lagunas costeras de Sinaloa. 198pp.
- Bravo-Sierra E. 2004. Fitoflagelados potencialmente tóxicos y nocivos de costas del Pacífico mexicano. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Rev Biol Trop. 52 pp.
- Hernández-Becerril, D.U. 1987. Especies de fitoplancton tropical del Pacífico Mexicano. I. Diatomeas y silicoflagelados. Rev. Latinam. Microbiol. 29: 415-426.
- Hernández-Becerril, D.U. 1993. Fitoplancton marino en México, pp. 39-53. In S.I. Salazar-Vallejo & N.E. González (eds.). Biodiversidad marina y costera de México. CONABIO & CIQRO, México.

**PALABRAS CLAVE:** Silicoflagelado, *Dictyocha californica*, Nociva, Bahía de Matanchén, San Blas.

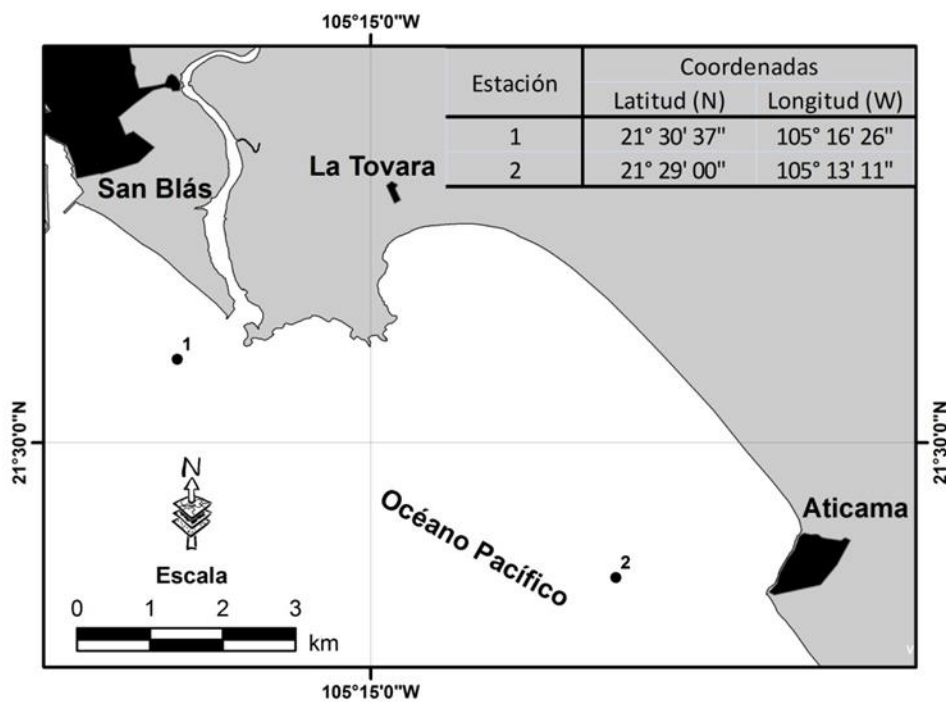


Figura 1. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo (Hernández-Guzmán Rafael 2011).



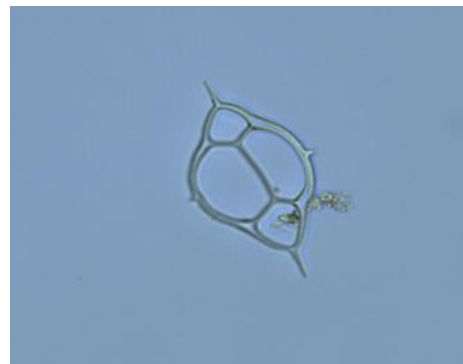
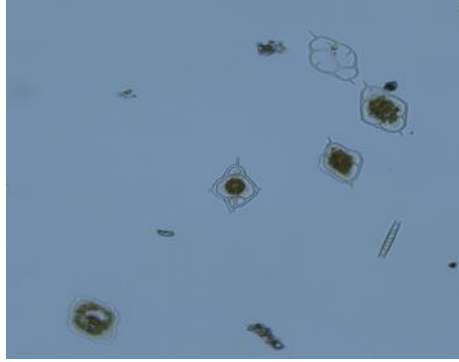
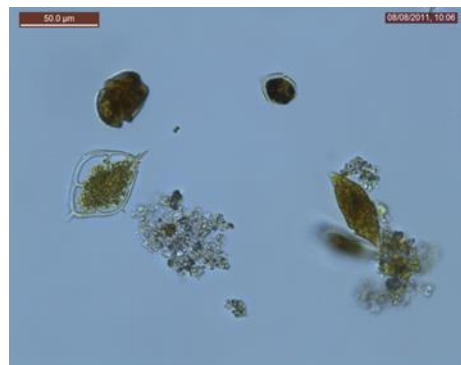


Figura 2. *Dictyocha californica* (Foto: Frausto-Sotelo Elizabeth D. 2010).





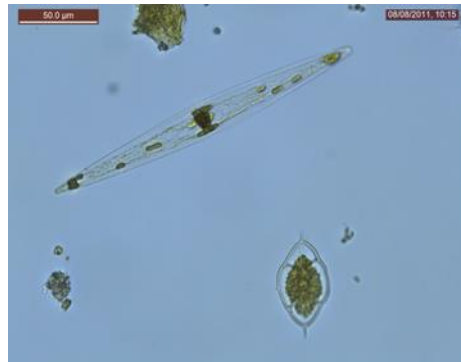


Figura 3. Dinoflagelados y diatomeas (Foto: Frausto-Sotelo Elizabeth D. 2010).

**LA PESCA Y ACUACULTURA EN MEXICO. UNA RETROSPECTIVA CON PROYECCION.**

Dr. Adrián Arredondo Álvarez

Miembro del Colegio de Biólogos de México.

Consultor en Desarrollo Pesquero.

Recibido: 04 de febrero de 2015

Aceptado: 28 de mayo de 2015

La Comisión de Desarrollo Rural del Senado de República, celebró el pasado 02 de junio la "Reunión de Trabajo sobre la Problemática Pesquera y Acuícola de México"; las exposiciones estuvieron a cargo del Ing. Ramón Corral Avila, Comisionado Nacional de Pesca y Acuicultura, quién desarrolló el tema "Logros y Principales Retos del Sector"; el Lic. Rafael Ruiz Moreno, presidente de la Cámara Nacional de las Industrias Pesqueras y Acuícolas, con el tema "Pesca y Acuicultura Mexicana"; el Dr. Ricardo Urías Sotomayor, de la Dirección de Sanidad Acuícola y Pesquera, en representación del Presidente en Jefe del Instituto Nacional de la Pesca, con el tema "Sanidad Acuícola y Pesquera. Avances y Perspectivas"; el Dr. Adrián Arredondo Álvarez, miembro del Colegio de Biólogos de México, A.C (1). Así mismo, intervinieron los Senadores; Francisco Obregón Espinoza; María de los Angeles Moreno; Jesús Dueñas Llerenas, Secretario de la Comisión de Desarrollo Rural; el Dr. Modesto Seara Vázquez, Rector de la Universidad del Mar de Oaxaca, Jesús Villavicencio, Presidente de la Confederación Nacional de Cooperativas Pesqueras y el Ing. Raúl Cortez del sector

pesquero empresarial de Baja California.

En la reunión se destacó que para dar un mayor impulso al desarrollo de actividad, es pertinente considerar la formación de cuadros técnicos y científicos en materia pesquera y acuícola, toda vez que en México, los alumnos inscritos en las carreras afines a la pesca y acuicultura muestran una clara tendencia a la baja; *vgr.* Los alumnos inscritos que cursan carreras científicas, en el ciclo 2008 - 2009, guardan una relación de 1 científico: por 23 alumnos de carreras de ciencias sociales y administrativas; a ello si se suma que, el INAPESCA desde hace 10 años ha liquidado a más de 400 investigadores y técnicos; y la investigación y desarrollo tecnológico es prácticamente inexistente; sin investigación y desarrollo tecnológico pesquero, en el sector y el campo productivo se prevé que en el futuro se enfrentarán serios problemas en el sostenimiento de tan importante actividad económica. Por lo que respecta a la producción pesquera nacional, se mostró una tendencia a la alza, sin embargo, la producción y cosecha de productos de pesca, se concentra en la participación de 4 entidades que aportan más del 75% de la producción (2009); las pesquerías de sardina, atún, camarón y mojarra contribuyeron con el 70% en la producción nacional; la acuicultura de 1990 a 2009 creció 1.5 veces, su participación durante el último año fue del orden del 15%, de según los Anuarios Estadísticos de Pesca y Acuicultura. (2)

## *La pesca y la acuicultura en México*

---

Ahí, se ofreció apoyar al Comisionado Nacional de la Pesca para que todos los esfuerzos lleven a que la actividad adquiriera un mayor rango en el sector público, lo cual lleva a reformar la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal para que alcance el rango de Secretaría de Estado y establezca las funciones necesarias para coordinarse con las demás secretarías en todos sus programas, al tiempo que en las entidades federativas con litoral, se continúen las reformas pertinentes complementarias para consolidar al sector. *La propuesta ya se ha hecho escuchar en varios foros y reuniones sectoriales.*

[http://www.senado.gob.mx/comisiones/LX/desarrollorural/content/actas\\_reu/index\\_actas.htm](http://www.senado.gob.mx/comisiones/LX/desarrollorural/content/actas_reu/index_actas.htm)

Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2009; CONAPESCA. SAGARPA

Anuario Estadístico de Pesca. 2000. SAGARPA

Anuario Estadístico de Pesca. 1991. SEPESCA

Anuario Estadístico de Pesca. 1990. SEPESCA

Anuario Estadístico Pesquero. 1980. Departamento de Pesca



La flota mayor, a partir del 2004, ha disminuido en 342 unidades; tanto la flota camaronera como la atunera, cuentan con mas de 20 años de antigüedad, equivalente al 69% de la flota mayor; por su parte, la flota menor desde 1997 se ha mantenido constante en 102 mil 807 unidades.

En cuanto a la relación captura - cosecha, en peso vivo obtenidos en promedio en el decil 1990 - 1999 contra productos procesados, si dijo que por cada 1kg obtenido llegó a la mesa 200 gr con algún proceso industrial y bajo diferentes presentaciones; esta cifra contrasta con el período 2000 - 2009, toda vez que por cada kilogramo capturado y cosechado, llegó a la mesa del consumidor menos de 150 gramos. Con relación a la balanza comercial de productos pesqueros, en términos de volumen, se señaló comparativamente entre ambos períodos (1990 - 1999 y 2000 - 2009), las exportaciones se incrementaron en 1.3 veces; mientras que las importaciones se cuadruplicaron; en consecuencia, la oferta de productos pesqueros en términos de consumo aparente per capita pasaron de 10.83 kg (1990) a 8.23 kg. (2009)

Al final, se recordó que México, durante un largo período mantuvo un liderazgo con respecto a sus mares y en materia de pesca en la esfera mundial; así, la labor y logros en la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, donde México no solo defendió sus intereses sino

los de varios países costeros para que se definieran y formalizara la extensión de sus mares con el establecimiento de las Zonas Económicas Exclusivas; la Coordinación de Pesquerías en las Investigaciones Cooperativas del Caribe y Regiones Adyacentes de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de UNESCO, bajo la coordinación del Dr. Juan Luis Cifuentes (1970); la presidencia de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental, bajo la presidencia del Dr. Agustín Ayala Castañares (1988); la conducción de las Conferencias Mundial de Pesca sobre Ordenamiento Pesquero (COFI) del Programa de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación donde mexicanos presidieron las conferencias (FAO 1985 y 1991) Lic. Pedro Ojeda Paullada la 1ª. y la Lic. María de los Angeles Moreno la 2ª. ; así como el reconocimiento que se otorga bianualmente por acuerdo de la Asamblea General de las Naciones Unidas al mérito sobre la aplicación del Código de Conducta para la Pesca Responsable que lleva el nombre de la destaca mexicana sinaloense Dra. Margarita Lizarraga Saucedo por sus contribuciones a la ética pesquera y acuícola mundial, así nos dejó "El derecho a pescar lleva consigo la obligación de hacerlo de forma responsable a fin de asegurar la conservación y la gestión efectiva de los recursos acuáticos vivos." mensaje que también tiene alcance para el sector público y todos los actores de la pesca, en México.







**Génesis y desarrollo de la Escuela  
Nacional de Ingeniería Pesquera  
(Primera Parte)**

Castillo Vargasmachuca Sergio Gustavo<sup>1</sup>,  
Elsa García de Dios<sup>2</sup>, Aurelio Benítez  
Valle<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera.  
Cuerpo Académico en Pesca y  
Acuacultura. Universidad Autónoma de  
Nayarit.

<sup>2</sup>Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera.  
UAN.

Recibido: 06 de febrero de 2015

Aceptado: 29 de mayo de 2015

**PALABRAS CLAVES:** Ingeniería, pesca,  
escuela.

**RESUMEN**

La ingeniería pesquera en el ámbito latinoamericano tiene gran importancia tanto por su campo de acción como por su contribución a la solución del problema mundial del hambre y la desnutrición, la comunidad de profesionistas dedicados a ella tienen su propia identidad que van forjando desde que se inician en el estudio de la misma en las diferentes escuelas formadoras en América Latina y en el mundo.

El origen de la ENIP estuvo indisolublemente ligado a las necesidades del entorno social del estado de Nayarit, en una época en la que la pesca era una

actividad prioritaria en el país y en nuestro estado. Durante las cuatro décadas de su existencia, esta escuela ha sabido ser ejemplo en ese sentido, de servir las necesidades científicas y tecnológicas de nuestro desarrollo económico. Mucho antes de que en los lineamientos generales se pusiera de moda hablar de pertinencia, en la ENIP esto se daba de manera natural, formando los profesionistas requeridos, realizando las investigaciones necesarias, extendiendo los conocimientos útiles de su especialidad hacia la comunidad.

**1. INTRODUCCIÓN**

El hombre realiza estudios científicos sistemáticos sobre el medio marino y sus recursos para comprender al océano como parte del mundo y para utilizarlo inteligentemente en beneficio propio. Para ello se auxilia de ciencias exactas y naturales: física, química, matemáticas, geología y biología. Aunque el conocimiento científico de los océanos es aún incipiente, la cantidad de datos con los que se cuenta es tan grande, que es imposible que una sola ciencia los englobe. Por ello, el estudio actual de los océanos es realizado por un complejo de ciencias y tecnologías que, en su conjunto, constituye las llamadas ciencias del mar, las cuales vienen a sustituir a la oceanografía u oceanología, considerada hasta hace poco como la única ciencia del mar.

Las cuatro ciencias básicas que forman las ciencias del mar son: la oceanografía geológica, la oceanografía química, la oceanografía física y la oceanografía biológica. También se han desarrollado ciencias aplicadas y tecnologías tales como ingeniería marina, geofísica marina, meteorología marina, antropología submarina, bioquímica marina, farmacología marina, minería marina, electrónica marina hidroacuática y tecnología de alimentos del mar, entre otras.

Asimismo, por la importancia que tiene para la humanidad el aprovechamiento de los recursos vivos del mar mediante la pesca y la acuicultura, se ha creado la llamada ciencia pesquera, en la que intervienen una serie de disciplinas tales como la oceanografía pesquera, la biología pesquera, la ingeniería pesquera y la socioeconomía pesquera, Cifuentes et al,

## **2. La Ingeniería Pesquera**

El mundo actual se caracteriza por rápidos y profundos cambios, especialmente en las ciencias y la tecnología, en este sentido la velocidad de la invención debe estar de acuerdo a que los futuros profesionales, especialmente en la especialidad de Ingeniería Pesquera, internacionalicen los cambios y tengan la formación académica y técnica que posibilite su ingreso al mercado laboral y empresarial.

Esta correspondencia entre el perfil del profesional, la estructura curricular y su

proyección a los cambios del mundo actual garantizará su liderazgo profesional de esta opción ocupacional.

El profesional pesquero egresado de la Escuela Académico Profesional de la Facultad estará capacitado en áreas específicas que demanda el mercado laboral profesional, como son la industria, la pesca, la acuicultura, la investigación, la comercialización, asesorías y consultorías, y gestión y creación de empresas; para lo cual tendrá un amplio conocimiento de la situación de la pesquería nacional y una visión global de todas las actividades que comprenden el proceso productivo y empresarial en sus aspectos técnicos, económicos, financieros y recursos humanos.

El profesional pesquero, estará capacitado con una visión empresarial la cual le va permitir desarrollar estrategias para competir globalmente con los estándares de calidad y precios exigidos en los mercados internacionales.

La orientación empresarial le va a permitir tener una visión de los medios materiales y humanos para el asesoramiento y creación de empresas lo que va a redundar en fuentes de trabajo.

La actual perspectiva del mercado laboral en el área ocupacional del sector pesquero y del mundo globalizado, se establece que el nuevo perfil del ingeniero pesquero, debe contener

los siguientes soportes básicos: conocimientos académicos, habilidades y actitudes.

¿Qué es la ingeniería pesquera?

La ingeniería pesquera es la disciplina académica que se encarga del estudio y la gestión de las pesquerías. Se fundamenta en disciplinas tan variadas como la biología, la ecología, la oceanografía, la economía y la administración con el fin de obtener un entendimiento integral de las pesquerías. El objetivo es la gestión de las actividades de extracción, conservación, transformación y comercialización de los recursos de origen hidrobiológico. Además, procesar esos recursos para lograr un equilibrio entre el máximo de producción, la calidad y la conservación del recurso pesquero; investigar y crear mejores métodos de producción y procesamiento de los recursos pesqueros.

¿Cuál es el perfil para un ingeniero pesquero?

El ingeniero pesquero está preparado para la investigación de los procesos de explotación, conservación y administración de los recursos naturales renovables del mar y aguas continentales; aplica la ciencia y el método científico al estudio, evaluación, discusión y solución de los problemas tecnológico-económicos derivados de las actividades relacionadas

con la explotación, conservación, transformación y administración del recurso pesquero.

¿Cuáles son los campos de estudios?

- Acuicultura
- Evaluación de Recursos
- Elaboración de Productos Pesqueros
- Administración de Embarcaciones Pesqueras
- Reproducción artificial de peces
- Biología Marina
- Aseguramiento y Sistemas de Calidad
- Manejo de pesquerías, zonas costeras y puertos pesq.
- Asesoría en implementación de cultivos
- Diseño de artes de pesca
- Biología pesquera
- Patología de organismos hidrobiológicos
- Granjas acuícolas
- Post cosecha y conservación del pescado
- Etc.

Escenario laboral de un ingeniero pesquero

- Industrias dedicadas al diseño, construcción y operación de artes y equipos pesqueros
- Empresas relacionadas con el manejo, conservación y comercialización de los alimentos marinos y de la coordinación y operación de embarcaciones pesqueras.

- Industrias públicas y privadas realizando investigaciones de exploración y prospección pesquera.
- Dependencia del Gobierno así como Instituciones bancarias, participando como asesor o responsable de proyectos de inversión ligados a la pesca, conservación y industrialización de los recursos pesqueros.
- Empresas de producción pesquera, artesanal e industrial, participando como responsable de capturas o gerente de producción
- Docentes o investigadores de las instituciones de educación a nivel medio y superior, en la formación de técnicos y profesionales. Formación y manejo de empresas pesqueras creando su propio empleo.
- La formación profesional del ingeniero en pesca, implica horarios de tiempo completo, en los cuales estudiantes profesores-investigadores interactúan en clases teóricas, tutorías personalizadas y prácticas de laboratorio y de campo, incluyendo experiencias formativas en barcos que se disponen para este fin.
- Comprende además actividades complementarias en biblioteca, salas de computadoras y laboratorio de idiomas, así como de carácter cultural y recreativo como conferencias, vídeo-cine y deportes acuáticos.

Universidad Católica de Valparaíso  
Escuela de Ciencias del Mar

Argentina

Universidad Tecnológica Nacional.

Chubut

Universidad Tecnológica Nacional. Tierra del Fuego

Universidad Tecnológica Nacional. Mar de la Plata

Universidad Tecnológica Nacional.

Usuahia

Perú

Facultad de Ingeniería Pesquera.

Universidad Nacional José Faustino

Sánchez Carrión

Universidad José Faustino Sánchez Carrión

Universidad Nacional Agraria La Molina

Universidad Nacional del Callao

Universidad Nacional Federico Villarreal

Algunas Universidades en Provincias que enseñan Ingeniería Pesquera

Universidad José Carlos Mariátegui (Moquegua)

Universidad Nacional de Moquegua (Moquegua)

Universidad Nacional de Piura (Piura)

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa - UNSA (Arequipa)

Universidad Nacional de Trujillo (La Libertad)

Universidad Nacional de Tumbes (Tumbes)

### **¿Dónde se estudia?**

Chile

Universidad Nacional Jorge Basadre  
Grohmann (Tacna)  
Universidad Nacional San Luis Gonzaga  
de Ica (Ica)

Colombia  
Universidad del Magdalena  
Universidad Tecnológica del Chocó

Venezuela  
Universidad NE Francisco de Miranda

México  
Universidad del mar  
Escuela Superior de Ingeniería Pesquera.  
Universidad Autónoma de Nayarit

### 3. La Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera (ENIP)

La Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit, surge en el ámbito académico del país en 1970, bajo la denominación de Escuela Superior de Oceanografía, iniciando sus actividades en el edificio que actualmente ocupa la Escuela de Turismo en la Ciudad de la Cultura "Amado Nervo" en la ciudad de Tepic, Nayarit.

En esta primera etapa de su vida, inician la aventura 58 estudiantes que bajo la tutela de profesores universitarios que en ese momento tenían otra escuela de

adscripción, pero que su perfil profesional y docente los hacía idóneos para impartir las materias de los planes y programas de estudio en 10 semestres.

Dos años después de haber sido creada la Escuela de Oceanografía y siendo Director de la propia Escuela el Ing. Ricardo Vidal Manzo, se propuso modificar los Planes y Programas de Estudios para crear la Primera Escuela de Ingeniería Pesquera a Nivel Nacional y Segunda en Latinoamérica.

De ésta manera es como se convierte la Escuela de Oceanografía en Escuela Superior de Ingeniería Pesquera, con Planes y Programas de Estudios para la Carrera de Ingeniero Pesquero de 8 semestres, y así, el día 19 de Noviembre de 1974, se traslada a sus actuales instalaciones ubicadas en la Bahía de Matanchén, Municipio de San Blas, Nayarit.

Estando en su campo de acción se promueven una serie de acciones que incluyen la adquisición de un buque escuela denominado "UNINAY" y el establecimiento de actividades de producción que fueron llamadas "unidades de producción" que permitieron vincular la teoría con la práctica:



“Las unidades de producción eran pequeñas empresas que se fueron creando en diversas escuelas, la de Ingeniería Pesquera, fue la que dio mayor resultado, porque se podían disponer de los productos de la naturaleza del mar. Se logró la adquisición de un barco - escuela, con las pangas y el barco se empezaron a generar ingresos, a invertir en la adquisición de una almadraba, un red estacionaria gigante, que en determinadas épocas del año se lograba pescar hasta veinte toneladas de pescado, con eso se compra un camión, se empezó a vender el pescado ... se entregaba a determinados lugares y esos ingresos fueron para conseguir un camión refrigerador, el precio del pescado era de dos a diez pesos, el pescado más fino se vendía a precios mayores. Esto fue generando recursos para comprar una planta procesadora de harina de pescado que podría competir con el mercado nacional. La clave fue que en estas pequeñas empresas colaboraran los alumnos y maestros que en la unidad de producción eran trabajadores, el éxito fue que los recursos que se empezaron a generar fueron suficientes para pagarles a los maestros y trabajadores, de ahí se obtenían recursos para gastos del camión refrigerador, las pangas. Se compraron libros de investigación, equipo de laboratorio, motores, pangas.” (Entrevista, Rubén Hernández de la Torre, 1998).

Estas acciones fueron meritorias para que la Universidad recibiera un nombramiento pocas veces visto:

“La UNESCO nombró a la Universidad de Nayarit, la Universidad del año 2000, para que todas las universidades de América Latina adoptarán ese proyecto; en la ANUIES está el documento que para la universidad es histórico y se debe recuperar” (Entrevista, Ricardo Vidal Manzo, 1998).

En 1993, se modifican los Planes y Programas de Estudios de la Carrera de Ingeniero Pesquero y con la aprobación del Consejo Técnico de la Escuela (27 de Enero de 1993) y del Consejo General Universitario (31 de marzo de 1993), se crean tres Licenciaturas: Ingeniero Pesquero en Tecnología de Capturas, Ingeniero Pesquero en Recursos Acuáticos e Ingeniero Pesquero en Administración de Empresas Pesqueras; sus Programas y Planes de Estudios fueron aprobados y registrados por la Secretaría de Educación Pública y la Dirección General de Profesiones el día 04 de abril de 1994 según Oficio DIEN/385/94 y expediente 18-00010.

Los estudios de posgrado inician con la creación del Posgrado “Maestría en Ingeniería Pesquera” aprobado por el Consejo Técnico de la Escuela Superior de Ingeniería Pesquera el día 29 de noviembre de 1995 y después por el Consejo General Universitario el 13 de diciembre del mismo año, por lo que la entonces Escuela Superior de Ingeniería Pesquera

eleva su rango y cambia su nombre al de: "Facultad de Ingeniería Pesquera" sus Programas y Planes de Estudio fueron aprobados y registrados por la Secretaría de Educación Pública y la Dirección General de Profesiones el día 30 de septiembre de 1997, según oficio DIEN/414/97 y expediente 18-00010.

Es de éste Posgrado que durante (3) generaciones egresan 49 estudiantes de los cuales obtienen el Grado 36 de ellos, lo que significó una eficiencia terminal del 73.4 % y es en el año 2005 que se suspende; para unificarse al Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Nayarit, mismo que actualmente ofrece los Grados de Maestro en Ciencias y Doctor; en la áreas terminales de Ciencias Pesqueras, Ciencias Agrícolas, Ciencias Veterinarias y Ciencias Ambientales. El Posgrado "Maestría en Ingeniería Pesquera" se desarrolló de manera Inter-Institucional entre la Universidad Autónoma de Nayarit a través de la Facultad de Ingeniería Pesquera y el Centro Universitario de la Costa Campus Puerto Vallarta de la Universidad de Guadalajara, sus Programas y Planes de Estudios que cubren 140 créditos, se imparten en sistema semi - escolarizado con (2) Semestres de Tronco Común y (2) Semestres de Área Terminal o Especialidad, que son: Tecnología de Captura, Acuacultura, Impacto Ambiental Pesquero, y Administración Pesquera.

El objetivo de esta maestría fue el de

"preparar profesionistas conceptual y metodológicamente en el campo de la Ingeniería Pesquera manejando los conocimientos y las técnicas más actuales en cada una de sus especialidades, para enfrentar la problemática generada por la interacción del medio ambiente, los recursos naturales y los sistemas de pesca, proporcionando alternativas que contribuyan a su solución empleando criterios de pesca responsable y desarrollo sostenible". Su programa de estudios con (4) semestres cubrió un total de 140 créditos, impartiendo: (4) materias en curso propedéutico, (9) de tronco común y (8) en cada área terminal; así como (3) Diplomados (Métodos actuales de investigación oceánico - pesquero, Ecología de manglares y lagunas costeras, Educación ambiental) y (4) Seminarios de Tesis.

Como un reconocimiento a las importantes contribuciones en el desarrollo de la actividad pesquera y acuícola no solo nivel regional sino también a nivel nacional e internacional, tanto en la formación de recursos humanos que proceden de todos los Estados de la república y de la importante labor profesional que desarrollan sus egresados en todo el País y el extranjero; es así que en 2003, el Honorable Consejo General Universitario otorga a nuestro plantel educativo el reconocimiento de "Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera" mismo que también fue ratificado por el H. Congreso del Estado de Nayarit el día 19 de noviembre de 2003.

Es importante citar que la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit, junto con la Escuela Secundaria Técnica Pesquera No. 7 de San Blas, Nayarit creada en 1972 y el Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No 26 fundado en 1983, constituyeron a partir de esta fecha el primer municipio del país en el que la educación en las ciencias del mar estaba garantizada desde la educación media básica hasta el postgrado.

Derivado de un largo proceso de Reforma Académica y Administrativa en toda la Universidad se crean las Áreas del Conocimiento, las antiguas Escuelas y Facultades cambian su nombre a “Unidades Académicas” y es así como se implementa a partir de Agosto de 2003 el actual Programa Académico de Ingeniero Pesquero, mismo que está basado en Competencias, con un esquema curricular más flexible e incorporando antes de la Formación Disciplinar el Tronco Básico Universitario y el Tronco de Área.

#### **REFERENCIAS.**

Castillo, S.; Benítez, A.; Córdova, C. 1998. Historia Presente y Futuro de la Ingeniería Pesquera en México. Tesis de maestría no publicada, Universidad Autónoma de Nayarit, México.

Cifuentes, J. L.; Torres, G. P.; Frías, M. 1997. El océano y sus recursos I. Panorama Oceánico. La ciencia para todos. Fondo de cultura económico. México, D. F.

### Alternativas para la elaboración de modelos matemáticos

José Trinidad Ulloa Ibarra  
Universidad Autónoma de Nayarit  
Jaime L. Arrieta Vera- UAG  
Aurelio Benítez Valle

Recibido: 02 de febrero de 2015

Aceptado: 28 de mayo de 2015

#### RESUMEN

La modelación entendida como el proceso de crear una representación de un fenómeno en términos matemáticos, sea éste natural o no, con el propósito de explicarlo y predecirlo, ha existido desde los tiempos antiguos. La modelación matemática es un proceso que comprende las siguientes etapas: Identificación, Suposiciones, Construcción, Análisis, Interpretación, Validación e Instrumentación.

Coincidimos con quienes afirman que existe una separación significativa entre el conocimiento del aula y el saber práctico, es común escuchar la frase “lo que te enseñaron en la escuela no tiene sentido en el campo de trabajo”. En lo referente a la modelación matemática en el área de la biología pesquera, encontramos que se da poca importancia al tema como tal y la modelación y su aplicación se trabajan como dos entes separados y no se establece la vinculación entre ellos, en algunas instituciones la modelación se encuentra dentro de otras asignaturas, lo que repercute en profesionistas con poca o nada visión acerca del proceso de modelación.

Aunado a lo anterior es común que se introduzcan modelos preestablecidos y que al aplicarlos no representen cabalmente a la población en estudio.

La tecnología permite el acceso a un mayor número de conceptos matemáticos y sus aplicaciones, y a modelos matemáticos tradicionalmente inaccesibles en los niveles más elementales. Como resultado, el uso apropiado de la tecnología facilita que más estudiantes puedan aprender con más profundidad y usar más efectivamente un mayor número de conceptos matemáticos.

Con el uso de software es posible construir modelos matemáticos de una cierta situación y estudiarlos en forma global o analizar la influencia de los diferentes parámetros involucrados. Asimismo se pueden analizar dos o tres de sus representaciones, a saber, una representación pictórica (un dibujo geométrico), una representación gráfica (la gráfica de una función) y una representación algebraica (la ecuación de una función).

**PALABRAS CLAVE:** modelo, funciones, software, GeoGebra

## ABSTRACT

The modeling as the process of creating a representation of a phenomenon in mathematical terms, whether natural or not, in order to explain and predict, has existed since ancient times. Mathematical modeling is a process comprising the following steps: Identification, Assumptions, Construction, Analysis, Interpretation, Validation and Instrumentation.

We agree with those who say that there is a significant gap between classroom learning and practical knowledge it is common to hear the phrase "what you were taught in school does not make sense in the field of work." Regarding mathematical modeling in the area of fisheries biology, we find that little importance is given to the subject as such and modeling and its application work as two separate entities and not the link is established between them, in some institutions modeling is within other subjects, which affects professionals with little or no vision of the modeling process. Added to this is common preset models are introduced and when applied not fully represent the population under study.

The technology allows access to a greater number of mathematical concepts and their applications, traditionally inaccessible mathematical models in the most basic levels. As a result, the appropriate use of technology facilitates more students to learn more deeply and more effectively use a greater number of mathematical concepts.

With the use of software is possible to construct mathematical models of a certain situation and study globally or analyze the influence of the different parameters involved. It also can analyze two or three of its representations, namely, a pictorial representation (a geometric drawing), a graph (the graph of a function) and an algebraic representation (the equation of a function).

**KEYWORDS:** *model, functions, software, GeoGebra*

## INTRODUCCIÓN

La ciencia construye modelos o teorías para explicar los fenómenos que ocurren en nuestro alrededor. Los fenómenos son observados y se establecen relaciones, causas y explicaciones. Las observaciones se realizan sobre la evolución de magnitudes (características) con el tiempo (o con otras características) y tomando en consideración sus posibles causas (factores).

Física - fenómeno del movimiento de los cuerpos (características - espacios recorridos en relación a los tiempos invertidos en recorrerlos)

Biología - fenómeno del crecimiento (característica - talla, o peso, en relación al tiempo)

El interés por desarrollar un modelo radica en la posibilidad de reproducir un fenómeno o predecir el funcionamiento de un sistema. Los modelos pueden ser robustos, empíricos o de tipo caja negra, dependiendo del tipo de información disponible acerca del problema a resolver y de la experiencia y formación profesional del modelador.

Desde nuestra perspectiva un modelo matemático es un conjunto de símbolos y relaciones matemáticas que traduce aproximadamente, un fenómeno en cuestión o problema de una situación real.

Una de las herramientas más interesantes que actualmente disponemos para analizar y predecir el comportamiento de un sistema biológico es la construcción y posterior simulación de un modelo matemático. Son muchas las razones que justifican la etapa de oro que hoy en día vive la modelación matemática, pero debemos destacar, en primer lugar, el mejor conocimiento de los procesos biológicos, y en segundo lugar, el espectacular avance de las computadoras y el software matemático.

La modelación matemática, entendida como el proceso de crear una representación de un fenómeno en términos matemáticos, sea éste natural o no, con el propósito de explicarlo y predecirlo, ha existido desde los tiempos antiguos. La modelación matemática es un proceso que comprende las siguientes etapas:

1. Se debe empezar formulando las siguientes preguntas:

¿Cuál es la información que realmente necesitamos?

¿A qué se reduce ahora el problema?

2. Descripción cualitativa del modelo.

Se debe iniciar por el más simple que describa el comportamiento biológico del sistema.

Ver si los resultados que nos aporta el modelo dan respuesta a las preguntas planteadas.

3. Descripción cuantitativa del modelo.

➤ Tenemos que definir las variables y ver la manera en que están relacionadas.

➤ Debemos definir los parámetros del modelo, y asegurarnos de que cualquier otro parámetro es redundante.

4. Introducción de las ecuaciones del modelo.

Se escriben las ecuaciones, con la ayuda de un diagrama o de una tabla.

5. Análisis de las ecuaciones.

Debemos comprobar que su análisis da respuesta a las cuestiones planteadas.

Se encuentra la solución general.

6. Volver a examinar las hipótesis.

Se intenta simplificar el modelo.

Si nuestro modelo no responde a las preguntas iniciales, debemos volver a los pasos (3), (4) y (5).



7. Relacionar los resultados encontrados con hechos conocidos.

- Se ha contestado al aspecto biológico?
- Están los resultados de acuerdo con la intuición?
- Confirman los datos o los experimentos dichos resultados?

Es necesario aclarar que, dependiendo del fenómeno a modelar, es posible que no se den todas las etapas en un proceso de modelación o que algunas de ellas sean triviales, pero esta división en etapas ayuda a plantear los problemas.

Coincidimos con quienes afirman que existe una separación significativa entre el conocimiento del aula y el saber práctico (Arrieta, 2003), es común escuchar la frase “lo que te enseñaron en la escuela no tiene sentido en el campo de trabajo”. En lo referente a la modelación matemática en el área de la biología pesquera, encontramos que sólo algunas escuelas le dan atención especial al tema y que en la mayoría, la modelación se encuentra dentro de otras asignaturas, lo que repercute en profesionistas con poca o nada visión acerca del proceso de modelación. Aunado a lo anterior es común que se introduzcan modelos preestablecidos y que al aplicarlos no representen cabalmente a la población en estudio.

La modelación no debe verse como un tema más que los estudiantes deben aprobar, sino que los procesos de modelación deben servir para poner de manifiesto el poder de las matemáticas en el desarrollo de modelos abstractos basados en datos dados y en suposiciones; para apreciar cómo se puede usar el

modelo para predecir resultados; para crear una conciencia crítica de los defectos de cualquier modelo dado y de las suposiciones sobre las que se basa, con la finalidad de apreciar los modelos y las técnicas matemáticas utilizadas.

En el sistema educativo nacional un problema común es la insuficiencia de recursos económicos para satisfacer la cantidad de necesidades que existen en los planteles, lo cual repercute en la compra de paquetes de cómputo específicos a la modelación. Esto ha orillado a la búsqueda de alternativas que subsanen esta deficiencia, una solución práctica es el uso del software libre que se adecue a las necesidades específicas de la tarea a desarrollar, en este caso GeoGebra presenta características que lo hacen adecuado para la modelación.

Con el uso de software específicamente con GeoGebra es posible construir modelos matemáticos de una cierta situación y estudiarlos en forma global o analizar la influencia de los diferentes parámetros involucrados. De igual forma se pueden analizar dos o tres de sus representaciones, a saber, una representación pictórica (un dibujo geométrico), una representación gráfica (la gráfica de una función) y una representación algebraica (la ecuación de una función).

El uso de los recursos tecnológicos promueve a que se conciba la matemática como una actividad que socialmente debe compartirse sin descuidar su característica de ciencia formal o exacta para lograr así un aprendizaje significativo (Novak y Govin, 1988).

### METODOLOGÍA

Las prácticas de modelación que se han elegido se enfocan en las practicas que se desarrollan en las comunidades de biólogos e ingenieros pesqueros en interacción con fenómenos (físicos, químicos, sociales, etc.), conjeturando y realizando predicciones acerca de ellos utilizando modelos. En especial nos centraremos en los fenómenos en los que se trabaja con Modelos Determinísticos - Estáticos. Estas prácticas no solo se han ejercido históricamente, de la misma forma se ejercen en el plano profesional y en los problemas cotidianos actuales.

Las actividades de modelación las distinguimos de quienes la usan con la finalidad de enseñar a modelar, a desarrollar teorías de modelación o hacer uso de esta. Reproducimos y analizamos prácticas de modelación con la intencionalidad explícita de desarrollar procesos de matematización en el aula.

Nuestra perspectiva asume a las prácticas sociales como la base de nuestros diseños, en particular tomamos como base a las prácticas centradas bien en los modelos numéricos, bien en modelos gráficos o analíticos (Arrieta, 2003).

Los biólogos pesqueros enfrentan varios problemas para describir el crecimiento

individual de los organismos sujetos a explotación comercial. Primero, deben seleccionar un modelo que mejor describa los datos de longitud a la edad y para esto tienen una gran cantidad de ellos. Los modelos son llamados por los apellidos de quienes los han propuesto, Bertalanffy, Gompertz, Richards entre otros (Schnute 1981).

Una vez que se ha decidido por uno, se deben ajustar los parámetros del modelo a utilizar. Los criterios de ajuste más comunes son la minimización de la suma de los residuales al cuadrado y la obtención de la máxima verosimilitud (Haddon 2001). Posteriormente, si se ha elegido más de un modelo, se debe contar con un criterio para usar el más adecuado.

Derivado de lo anterior, surgen tres preguntas:

- ¿Cuál es el modelo que mejor describe el crecimiento individual de la especie bajo estudio?
- ¿Cómo elijo el modelo? y
- ¿Qué pretendo resolver con mi estudio de crecimiento individual?

Esto podemos esquematizarlo como se muestra en la figura No. 1.

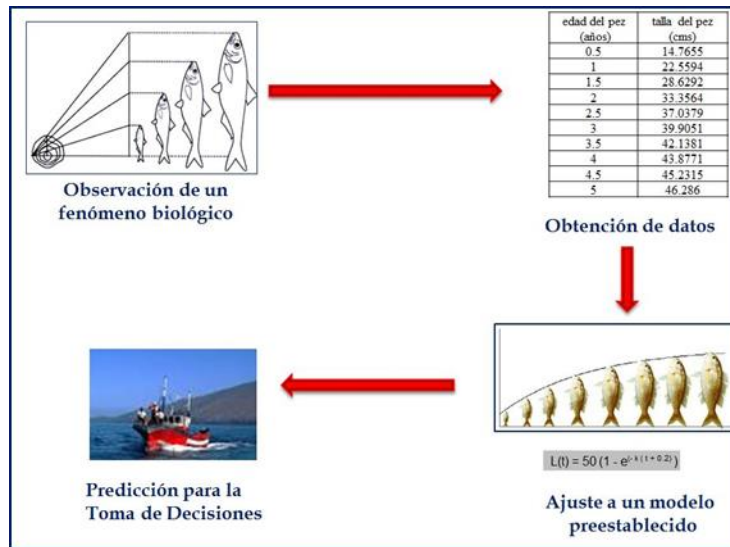


Figura 1. La práctica de Modelación en las Comunidades de profesionales de la pesca

Como ya se citó, el procedimiento de modelación utilizado puede llevar a errores ya que no considera las características específica de la población en estudio, sino que “mete” a todas en modelos predeterminados.

Nuestra propuesta se base en el análisis de cada conjunto de datos que se tenga y que a partir de ellos se ajuste un modelo en particular. El procedimiento se describe a continuación:

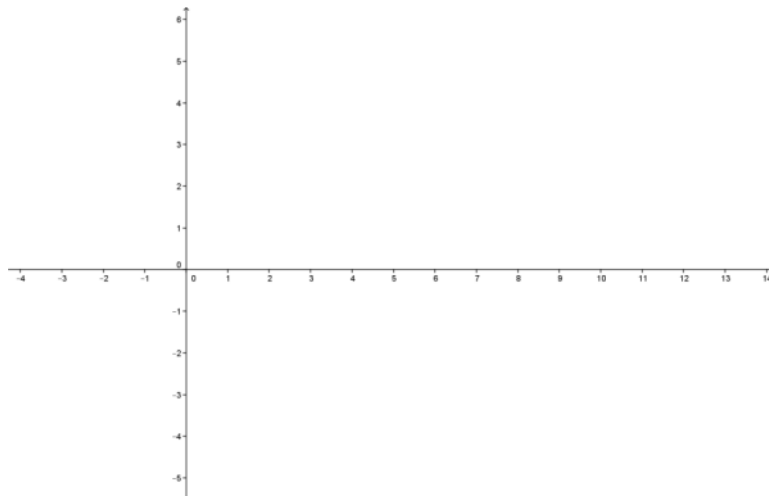
Se realizó un estudio sobre el crecimiento de un cultivo de mohos. En la tabla de abajo se muestra la población de mochos en intervalos de una hora, se desea modelar utilizando el GeoGebra:

No.	Tiempo (horas)		No.	Tiempo (horas)
1	9		10	441
2	18		11	513
3	29		12	559
4	47		13	594
5	71		14	629
6	119		15	640
7	174		16	651
8	257		17	655
9	350		18	659

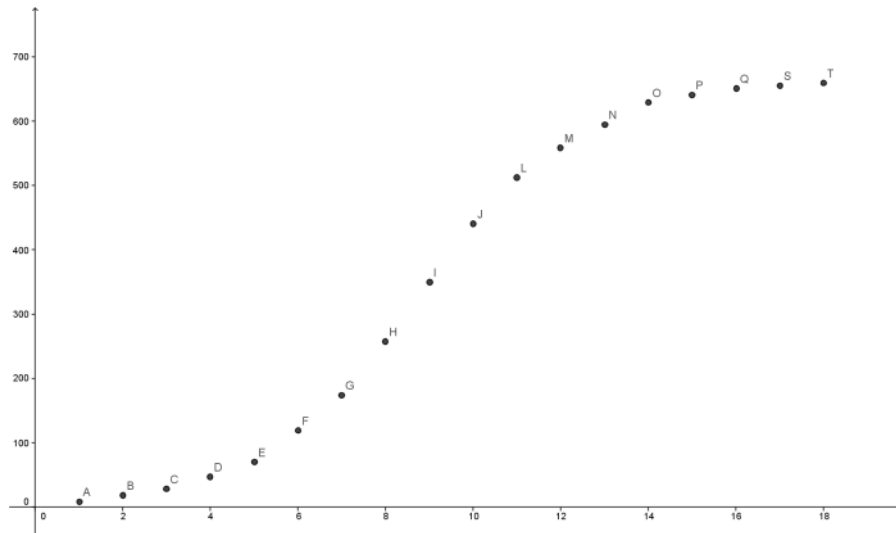
## Alternativas para la elaboración de modelos

---

1. Se introducen los datos al programa.



2. Se ajusta la pantalla para visualizar todos los datos y poder hacer la propuesta de un modelo específico.

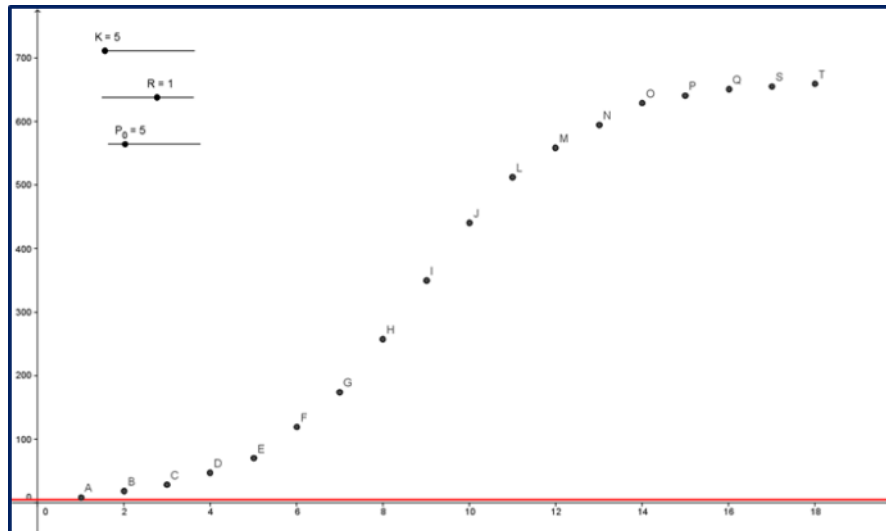


3. Con base en la gráfica, se propondrá un modelo logístico del tipo:

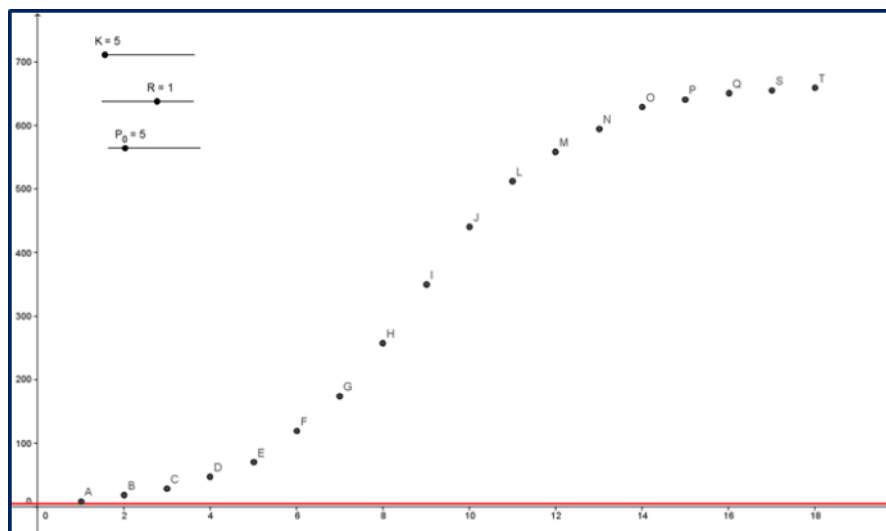
$$f(x) = \frac{K P_0 e^{Rx}}{K + P_0 (e^{Rx} - 1)}$$

Se crean deslizadores  $K = 5$ ,  $R = 1$  y  $P_0 = 5$ , los dos primeros serán deslizadores que permitirán el ajuste a la curva.

4. Se realiza el movimiento de los deslizadores, los valores de éstos deberán ajustarse conforme se requiera, ya que el programa los tiene definidos de - 5 a 5.

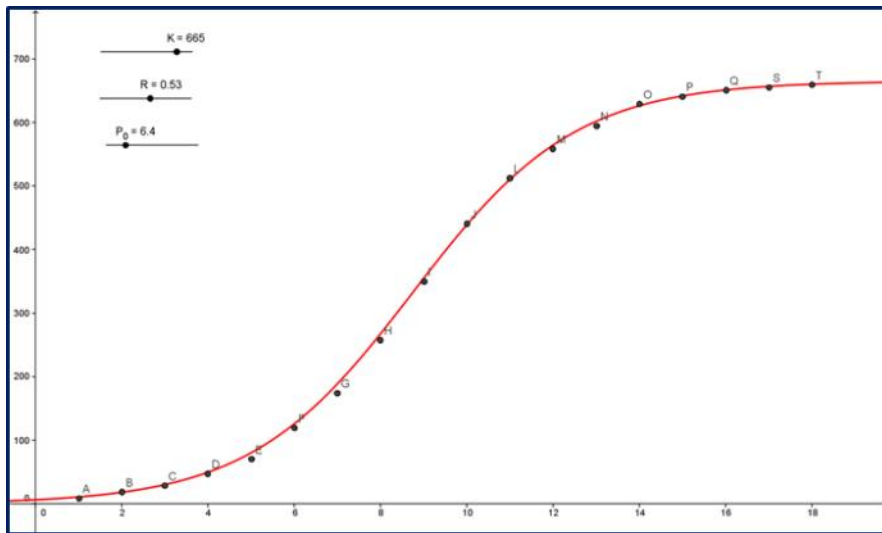


En la barra de entrada se introduce la ecuación:



4. Se realiza el movimiento de los deslizadores, los valores de éstos deberán ajustarse conforme se requiera, ya que el programa los tiene definidos de - 5 a 5.

## Alternativas para la elaboración de modelos

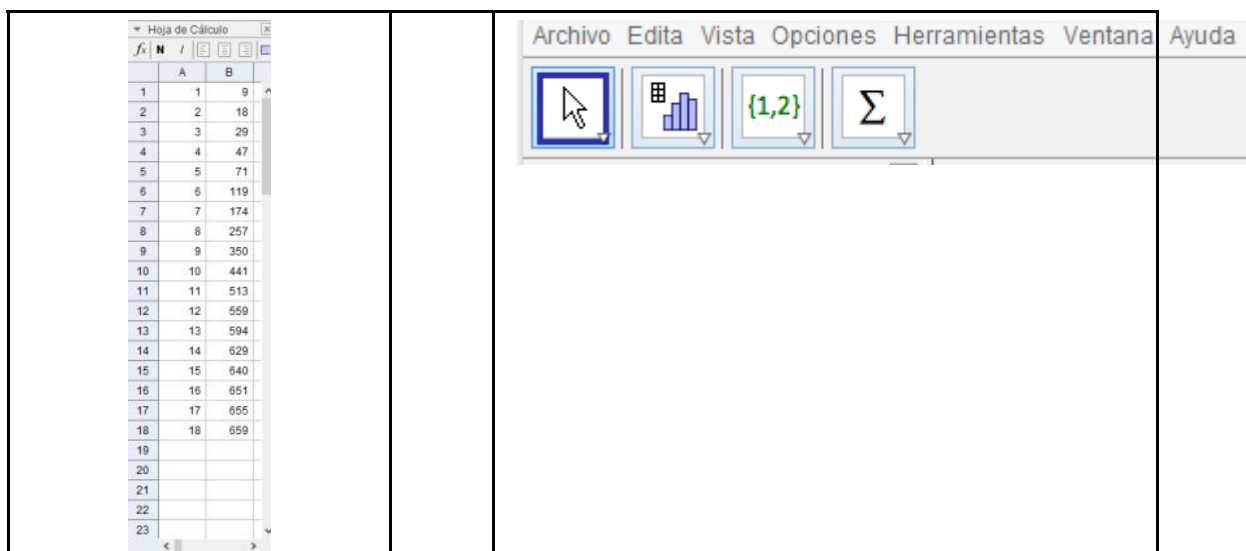


Como se puede observar, los valores de R y K que ajustan los datos son:  $K = 660$  y  $R = 0.5$ , con lo que el modelo es

$$f(x) = \frac{660(9)e^{0.5x}}{660 + 9(e^{0.5x} - 1)}$$

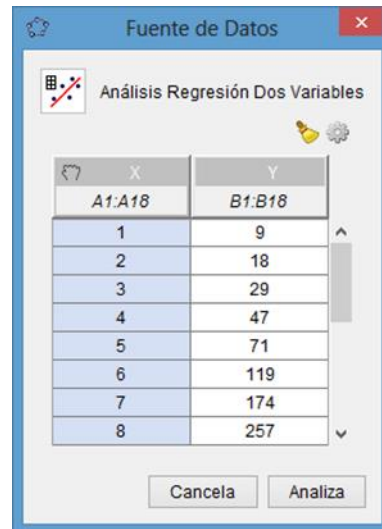
Entre las ventajas que presente el GeoGebra además de la actualización continua que se hace del mismo está la de contar con la posibilidad de trabajar con una hoja de cálculo semejante a la de Excel, en ella se pueden introducir los valores observados y utilizar las herramientas de ésta parte del programa, como se describe a continuación:

En el menú Vista, active la opción Hoja de Cálculo e introduzca los datos, la vista de la barra de iconos al estar activada la hoja se presenta a continuación

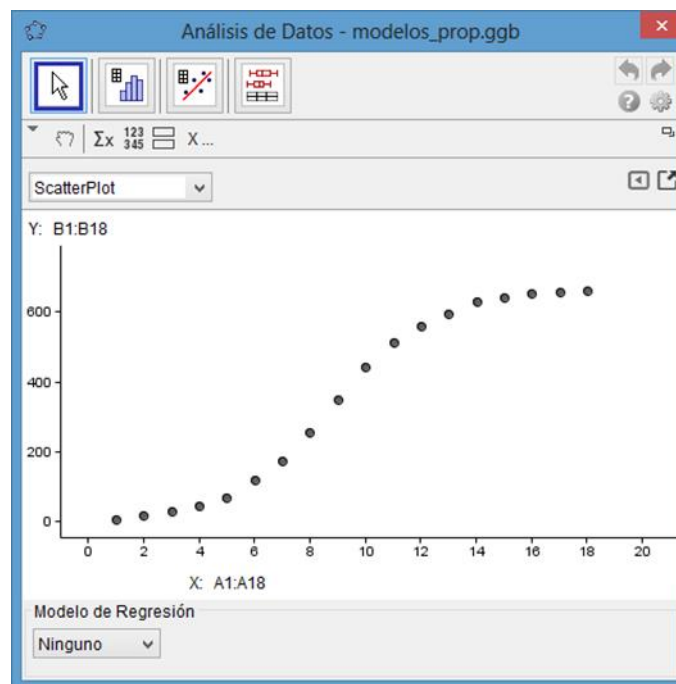




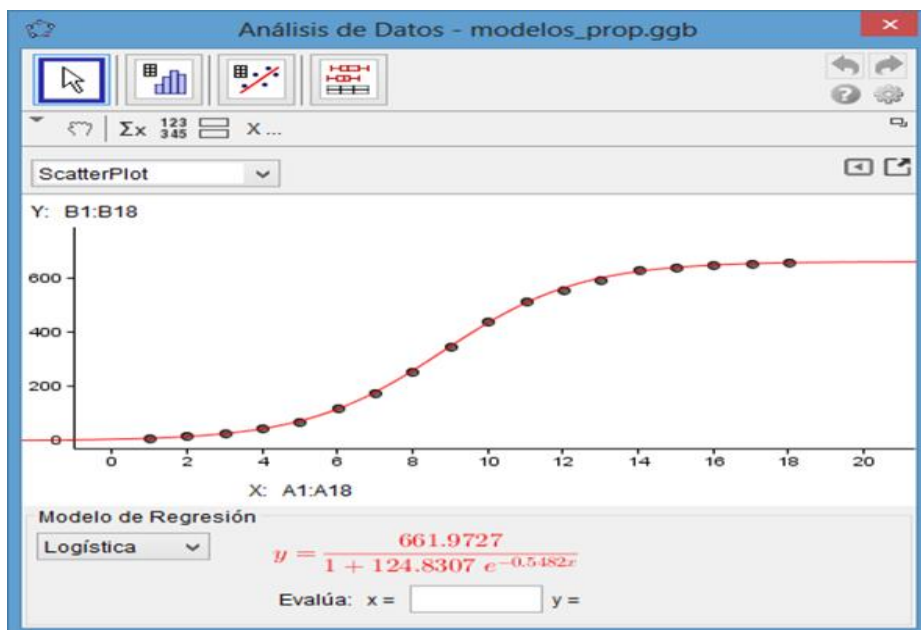
De un clic sobre el icono “Análisis una variable” (segundo de izquierda a derecha) y seleccione la opción Análisis regresión dos variables, con lo que aparece una caja de diálogo:



De clic sobre el botón Analiza



En el botón Ninguno, nos presenta algunas posibilidades de realizar la correlación, en nuestro caso seleccionamos Logística y aparece:



Con lo que nos presenta el modelo que representa los datos del fenómeno observado con mayor precisión que cuando ajustamos por medio de los deslizadores.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los trabajos realizados por el grupo de investigación de la línea llamada las prácticas sociales y la construcción social del conocimiento, se han dado evidencias de la existencia de prácticas del uso de las matemáticas, que no siempre son reconocidas por los actores de la comunidad (Ulloa, Arrieta, 2008), además se ha mostrado también que no son las mismas prácticas, por lo que, la hipótesis que gira alrededor de investigaciones desarrolladas a la par de esta es, que el análisis de las prácticas y su

deconstrucción, puede ser un vínculo entre las comunidades extraescolares y comunidades escolares. Consideramos que mediante la deconstrucción de las prácticas se podría encontrar la esencia de las mismas para reconstruirlas mediante diseños de aprendizaje, y así llevarlas al sistema educativo, esto sería el vínculo entre las prácticas del uso de las matemáticas y las prácticas escolares de las matemáticas.

El concepto de deconstrucción según el diccionario de la Real Academia Española es la acción y efecto de deconstruir. Desmontar un concepto o una construcción intelectual por medio de su análisis, mostrando así contradicciones y ambigüedades. El término deconstrucción es la traducción que propone Derrida (1985) del término alemán *Destruktion*, de Heidegger.

Derrida estima esta traducción como más pertinente que la traducción clásica de "destrucción" en la medida en que no se trata tanto, dentro de la deconstrucción de la metafísica, de la reducción a la nada, como de mostrar cómo ella se ha abatido.

Para fines de nuestra investigación y desde nuestro punto de vista, consideramos a la deconstrucción como, un medio para mostrar o encontrar la intencionalidad de una práctica constituida.

De este modo podemos dividir la deconstrucción de la siguiente manera:

1. La búsqueda de las intenciones (el ¿por qué las emplean así? y el ¿por qué funcionan?)
2. Los argumentos que los validan (¿Qué sustento tienen? ¿De dónde proviene?)

Algunas dificultades que se presentan ante este estudio es el hecho de no pertenecer a la comunidad en donde se ejerce la práctica, lo cual provoca dificultades para entender las herramientas usadas en las comunidades, así como para encontrar la intencionalidad de esta práctica. Sin embargo se espera mostrar evidencias acerca de esta hipótesis, y encontrar una forma adecuada para investigar este problema.

En general creemos que una de las características de las prácticas sociales, la

intencionalidad, se modifica de acuerdo al ejercicio de la práctica, lo cual establece una relación determinante entre ésta y la constitución de las prácticas, esto tiene que ver con la evolución de las prácticas y a su vez con la deconstrucción de las mismas.

Consideramos que para la deconstrucción de las prácticas es necesario conocer la intencionalidad de la práctica, consideramos la posibilidad de que en algunas comunidades existan prácticas constituidas que tengan una si bien es cierto que tienen una intención, esta no es la misma que al inicio de la práctica.

Con respecto a lo anterior creemos que las prácticas pasan por un ciclo, primero son prácticas sociales por que generan entre otras cosas organización social, luego mediante el ejercicio de ésta, evolucionan de manera que en algún momento llega a su constitución, esto se determina por que durante este proceso de evolución las intenciones de la práctica cambian.

Por lo expuesto anteriormente creemos que la experiencia y la deconstrucción de las prácticas sociales pueden ser un vínculo entre las dos esferas en las cuales se enmarca nuestra problemática.

### Referencias bibliográficas

Arrieta, J. (2003). *Las prácticas de modelación como proceso de matematización en el aula*. Disertación doctoral publicada, Cinvestav, México.

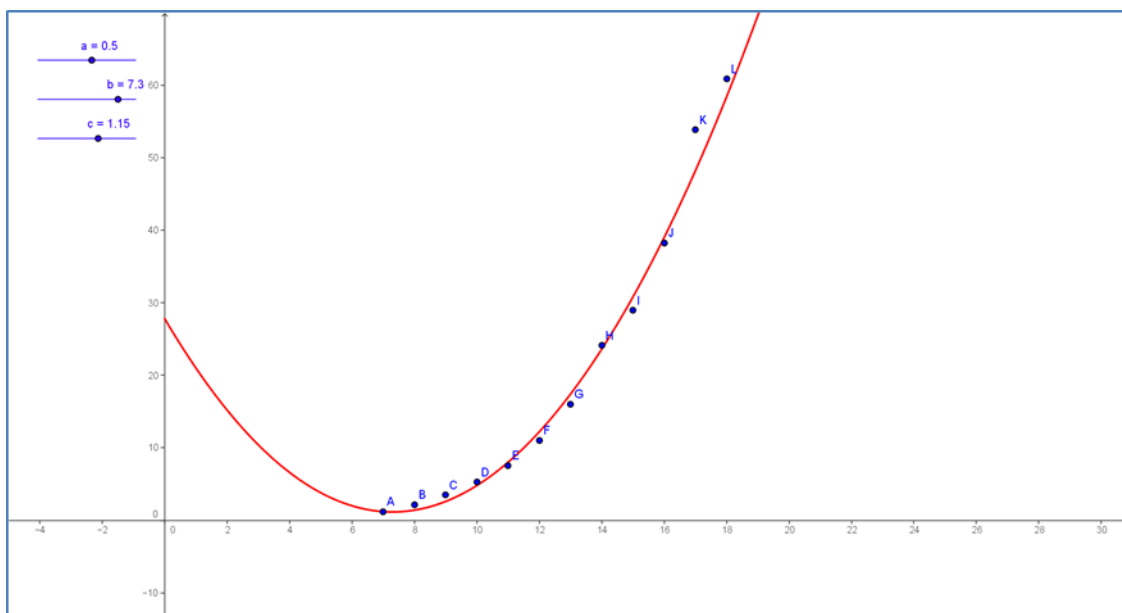
Derrida, J. (1985). Carta a un amigo japonés. En J. Derrida (Ed), *¿Cómo no hablar? Y otros textos*. Suplementos Antrhopos, 13, 86 – 89.

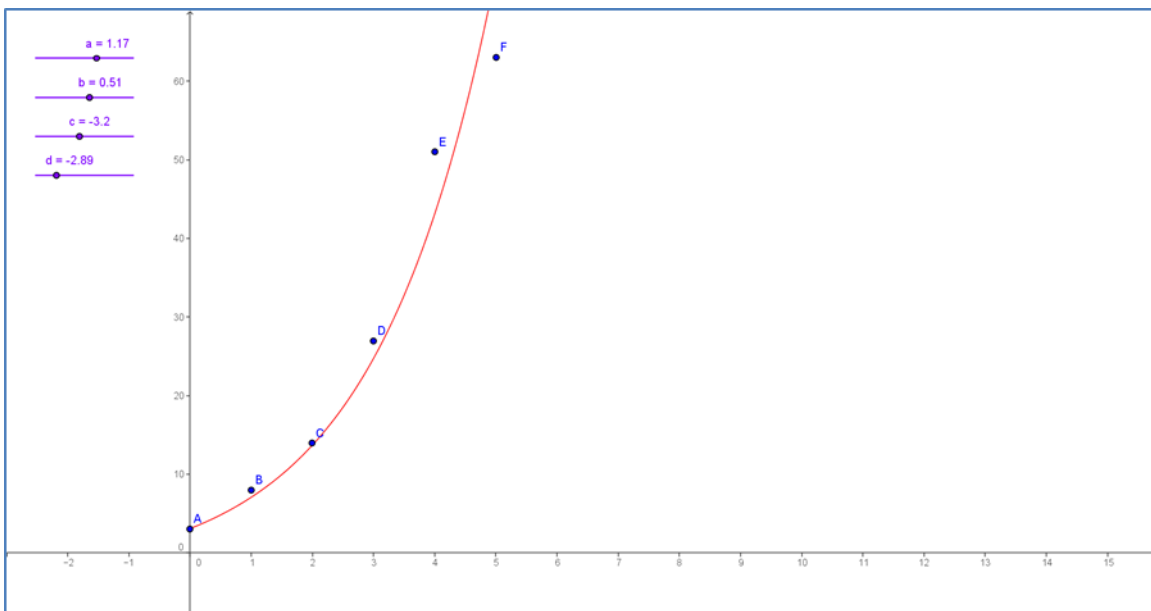
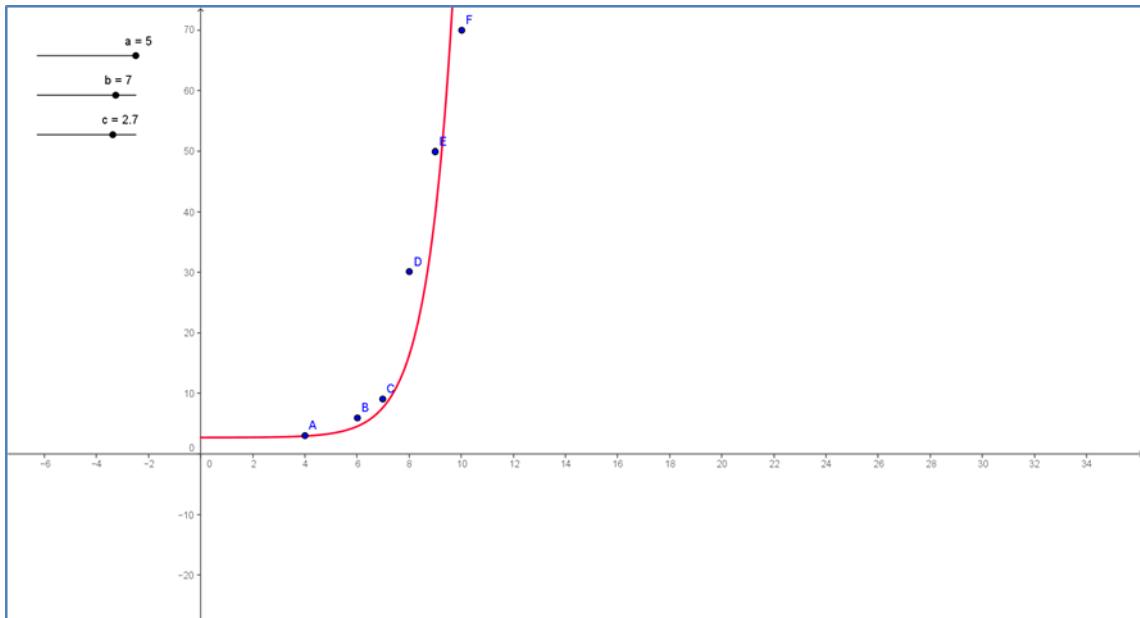
Haddon, M. 2001. *Modelling and quantitative methods in fisheries*. Chapman and Hall/ CRC, Florida, EE.UU.

Novak, J y Govin, D. (1998). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.

Schnute, J. 1981. A versatile growth model with statistically stable parameters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38: 1128-1140.

Ulloa, J.; Arrieta, J. (2009). *Los modelos exponenciales: construcción y deconstrucción*. ALME 2009.





**A los autores:**

La revista **ACTA PESQUERA** de la Unidad Académica, Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Autónoma de Nayarit publica artículos originales sobre investigación en ciencia pesquera y ciencias del mar para presentar a la comunidad científica, a la industria, a las autoridades y al público en general los avances y resultados en estas ciencias.

La revista tiene una periodicidad semestral, conteniendo trabajos arbitrados de autores que trabajen en centros nacionales y extranjeros.

Los artículos deben ser concisos y claros para agilizar su arbitraje y difusión. La extensión del artículo no deberá exceder 20 páginas (tamaño carta mecanografiadas a doble espacio, incluyendo texto, figuras y tablas). Solo en casos especiales se publicaran artículos mayores; se aceptan comunicaciones breves de especial interés científico siempre y cuando contenga datos suficientes para demostrar resultados confiables y significativos.

*Orden de presentación y características:*

1. Título.
2. Nombre(s) del (los) autor(es).
3. Institución(es) donde se realizó la investigación y direcciones de la(s) misma(s).
4. Resumen: síntesis de los resultados en menos de 300 vocablos.
5. Palabras

clave: cinco como máximo.

6. Abstracts and key words: el autor proporcionará resumen y palabras clave traducidas, aunque solicite la traducción del artículo a la revista.
7. Texto: los encabezados de las secciones principales se escriben sólo con mayúsculas, los de las subsecciones con mayúsculas y minúsculas; la primera vez que se menciona una especie se incluye el nombre científico completo en cursivas, con autoridad taxonómica y año; se usará el Sistema Internacional de Unidades, abreviando las unidades sin punto final.
8. Agradecimientos.
9. Referencias. Se listan alfabética y cronológicamente todas las mencionadas en el texto. Los nombres de las revistas, libros, simposio o universidades (en el caso de tesis o informes internos) se imprimirán en negritas y los de espacios en cursivas.

*Ejemplos de citas bibliográficas:*

Caddy John F. (1989). Marine invertebrate fisheries: Their assessment and management. FAO, Rome, Italy. 13, 281-300

Murillo, Janette M., Osborne, Robert H., Gorsline, Down S. (1994). Fuentes de abastecimiento de arena de playa en isla Creciente, Baja California Sur, México; Análisis de Fourier para forma de grano. Ciencias Marinas 20(2) 243-262.



Ken Horwas (1991). Financial Planning Commercial Fishermen Lance Publications the United States of America. Pag

Kesteven G. L. (1996). A fisheries science approach to problems of world fisheries or; three phases of an industrial revolution. Fisheries Research 25, 5-17 Australia.

10. Apéndices (si los tiene).
11. Tablas: presentadas en hojas separadas, con un título breve y sin líneas verticales.
12. Pies de figura: escritos en hoja aparte, no en la ilustración.
13. Figuras: las originales en tinta negra sobre papel no poroso. Los detalles e inscripciones deben tener un tamaño adecuado para conservar su precisión al reducirse a un cuarto de página. La anotación del número de cada una y el apellido del autor se hace con lápiz en las mismas. Las fotografías se utilizan sólo si aportan un dato o conclusión que no pueda presentarse de otra forma. Deben ser positivas y con buen contraste; pueden publicarse en color cuando sea necesario.
14. Título para encabezado de páginas: con 60 caracteres como máximo y lo más parecido al título completo.

El trabajo original y tres copias deben dirigirse al Director de **ACTA**

**PESQUERA**, Dr. José Trinidad Ulloa Ibarra, actapesquera@gmail.com, Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit, Apartado Postal 10 San Blas Nayarit, CP. 63740, Fax 01 (323) 2 31-21-20 y 01 (311) 2 18 20 14.

El proceso de aceptación de un artículo, cuando el autor demore más de seis meses en responder a las sugerencias del editor y/o revisores dicho artículo será dado de baja. En caso de que se desee que sea considerado para publicación posterior, se iniciará el proceso de revisión desde el principio y el trabajo será sujeto a nuevo arbitraje.

Una vez aceptado el artículo, se debe proporcionar un archivo con la grabación del mismo, capturado en cualquier procesador de texto compatible con Word para Windows de preferencia

Los autores reciben una prueba final tipografiado antes de su publicación y son responsables de esta revisión final.

Los artículos aceptados por **ACTA PESQUERA** pasan a ser propiedad de esta y no se regresan los originales.

Se proporcionaran 5 reimpresos gratuitos del artículo a el (los) autor(es).



Sistema de Información



Universidad Autónoma de Nayarit