



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

Construcción de modelos 3D de medusas presentes en México para crear un catalogo impreso y uno virtual.

TESIS

Que para obtener el título de Biólogo

PRESENTA

Mariana Sánchez Sosa

DIRECTOR DE TESIS

José Ángel Lara Vázquez



Los Reyes Iztacala, Edo. de México, 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Dedicatoria

A Dios, por darme el privilegio de despertar todos los días rodeada de bendiciones y por permitirme terminar este proyecto pese a todos los problemas, gracias por encaminarme hacia el estudio de la gran creación.

A mi familia, por todo su cariño, su confianza y paciencia, los amo con todo mi corazón.

Agradecimientos

En primera instancia, agradezco a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (UNAM) y a la carrera de Biología ya que en ella encontré excelentes profesores, los cuales se convirtieron en pieza clave durante toda mi formación académica y personal, siendo uno de ellos el profesor José Ángel Lara Vázquez, al cual le agradezco todas las oportunidades, la paciencia, tiempo, dedicación y el material bibliográfico y tecnológico brindado para este proyecto. Gracias por creer en este proyecto y por ayudarme a crecer no solo como bióloga sino como persona. A la profesora Ma. de los Ángeles Sanabria, quien con su alegría, empatía y calidez humana hicieron que esta última etapa se tornara más amena, gracias por todo el apoyo y consejos brindados desde el servicio social, además agradezco a los profesores Ma. del Pilar Villeda Callejas, Daniel Octavio Ramos Carmona y Roberto Moreno Colín puesto que con sus conocimientos y observaciones se logro el termino de este proyecto, gracias por todo.

A mi familia, por todos sus cuidados, consejos y amor. Mamá, gracias por ser la mujer extraordinaria y amorosa que siempre has sido, con tu ejemplo aprendí a ser más fuerte y que si nuestra familia se mantiene unida no hay nada que pueda contra nosotros. Al mejor hombre del mundo, mi papá, gracias por siempre estar conmigo, obligándome a convertirme en la mejor versión de mi misma, gracias por enseñarme a enfrentar los problemas de otra manera y que con dedicación y esfuerzo no hay meta que no se pueda cumplir. A mi gran amor, mi compañera de vida, mi hermana, gracias por escucharme, aconsejarme y motivarme a luchar por mis sueños sin importar las dificultades, gracias por enseñarme que con fe no hay miedo alguno. Los amo.

Dicen por ahí, que los amigos son la familia que uno elige y yo no podría estar más que agradecida y bendecida por tenerlos en mi vida. Sarita y Santi, gracias por permanecer a mi lado durante todos estos años siempre alegrando mis días y animándome a salir adelante, gracias por estar en cada momento apoyándonos. A Agustín, porque sé que desde donde te encuentres puedes ver este logro, el cual es uno de los muchos que teníamos, prometo seguir adelante, esta vez por los dos. A Selene y Carlos Enrique, porque a pesar de todos estos años se que cuento con ustedes y que basta solo un mensaje para sentirlos cerca. A José Eduardo, el conservar nuestra amistad por tantos años ha sido una de las más gratas sorpresas que me ha dado la vida,

Finalmente quiero agradecer a ustedes, mis biólogas favoritas gracias por recorrer este bello camino conmigo. Elizabeth, sin duda el destino quería que nos conociéramos, gracias por apoyarme y estar conmigo siempre, Karen, solo Dios sabe porque conocemos a las personas pero estoy segura que contigo quería que aprendiera a tener más fe y paciencia, gracias por todos los bellos momentos que pasamos, Cinthya, gracias por enseñarme que aun existen personas tan leales y buenas que el corazón no les cabe en el pecho, gracias por todos tus consejos, Thairy, desde el momento que nos conocimos supe que íbamos a ser grandes amigas y agradezco a Dios el no equivocarme, gracias por escucharme, aconsejarme, darme ánimos y por estar a mi lado en cada momento gracias por todo.

**Conocemos más de la superficie de
Marte o de la luna que del fondo
marino.**

**Luis Valdés Santuario. Responsable de
ciencias oceanográficas de la UNESCO.**





Índice

| | |
|-------------------------|----|
| Resumen | 1 |
| Introducción..... | 2 |
| Antecedentes..... | 7 |
| Objetivos | 9 |
| Metodología..... | 10 |
| Resultados | 10 |
| Discusión..... | 49 |
| Conclusiones..... | 57 |
| Anexo | 58 |
| Literatura citada | 65 |
| Glosario..... | 73 |



Lista de figuras

pág.

- Figura 1.** Modelo 3D de *Buganvilia muscus*: A vista Fontal, B vista derecha y C vista izquierda. **13.**
- Figura 2.** Modelo 3D de *Turritopsis nutricula*: A vista frontal, B Vista inferior, C Vista superior, D Vista perspectiva. **15.**
- Figura 3.** Modelo 3D de *Amphinema australis* A vista derecha y B vista perspectiva. **17.**
- Figura 4.** Modelo 3D de *Amphinema rugosum*: A vista perspectiva, B vista derecha y C vista izquierda. **19.**
- Figura 5.** Modelo 3D de *Leuckartiara octona*: A vista derecha y B vista perspectiva. **21.**
- Figura 6.** Modelo 3D de *Pandea cónica*: A vista frontal, B vista superior y C vista inferior **23.**
- Figura 7.** Modelo 3D de *Stomotoca atra*: A vista izquierda, B vista inferior y C vista frontal. **25.**
- Figura 8.** Modelo 3D de *Larsonia pterophylla*: A vista frontal y B vista perspectiva. **27.**
- Figura 9.** Modelo 3D de *Cladonema radiatum*: A vista frontal, B vista inferior y C vista perspectiva. **29.**
- Figura 10.** Modelo 3D de *Sarsia gemmifera*: A vista frontal y B vista perspectiva. **31.**
- Figura 11.** Modelo 3D de *Atolla wyvillei*: A vista superior, B vista frontal y C vista perspectiva. **34.**
- Figura 12.** Modelo 3D de *Periphylla periphylla*: A vista frontal. **36.**

- Figura 13.** Modelo 3D de *Chrysaora plocamia*: A vista frontal. 38.
- Figura 14.** Modelo 3D de *Aurelia aurita*: A vista superior, B vista frontal. 41.
- Figura 15.** Modelo 3D de *Stomolophus meleagris*: A vista frontal, B vista inferior, C vista perspectiva. 43.
- Figura 16.** Modelo 3D de *Alatina alata*: A vista derecha. 46.
- Figura 17.** Modelo 3D de *Carybdea marsupialis*: A vista frontal y B vista derecha. 48.
- Figura 18.** *Bougainvillia muscus*: tomada de Andrade, 2010, B esquema tomado de Schuchert, 2007 y C Modelo 3D creado en el presente trabajo. 54.
- Figura 1.** Modelos 3D de *Turritopsis nutricula*: A visto de manera aboral, vista frontal y C vista oralmente. 55.
- Figura 20.** *Pandea cónica*: A esquema obtenido Schuchert, 2007, B obtenido Andrade, 2010 y C modelo 3D construido en la presente tesis. 55.

Resumen

Las medusas son depredadores marinos de gran importancia ecológica y económica, cuyo estudio suele ser complicado al presentar desafíos económicos y tecnológicos, por lo tanto, la información obtenida es escasa y fraccionada, por lo anterior y debido a los beneficios del uso de las TIC'S y la realidad virtual en el campo las ciencias el presente trabajo sugiere promover su estudio mediante la elaboración de un catalogo impreso y uno virtual contando este último con modelos 3D de estos organismos ya que su uso los convierte en herramientas que permiten a las personas lograr una mejor comprensión de los elementos que las constituyen al ser una herramienta para el docente al motivar el interés por el aprendizaje en los alumnos promoviendo a su vez a la investigación. Para ello se realizó una investigación bibliográfica, con el fin de obtener el listado de las medusas presentes en México, su taxonomía, descripción morfológica, distribución, hábitat, profundidad así como imágenes y esquemas, con dicha información se hizo una recopilación para construir los catálogos (impreso y virtual); para la construcción de los modelos 3D se utilizó el programa 3D Max Autodesk 2012 y para la elaboración y modificación de texturas Adobe Photoshop CS2, posteriormente fueron exportados a lenguaje VRML y finalmente con la recopilación de información se construyó un catalogo impreso y uno virtual con el programa Antenna Studio Web al cual fueron anclados los modelos 3D. De las 703 especies registradas para México se elaboraron 17 modelos tridimensionales (2.41%), pertenecientes a 11 familias (12.08 %) y 16 géneros (6.17%), siendo 10 de ellas Hydromedusas, 5 Scyphomedusas y 2 Cubomedusas. El presente catálogo virtual representa una innovación tecnológica al no existir ningún trabajo de este tipo para México, además en un futuro se encontrará disponible para el área de Zoología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Entre las dificultades observadas en la construcción de los catálogos se puede mencionar que la búsqueda de información, de imágenes y esquemas representó todo un reto, debido a los desafíos tecnológicos y científicos ;sin embargo, el presente trabajo representa una excelente opción para recabar y promover la información disponible sobre medusas de México mediante el uso de modelos 3D, cada uno de ellos se construyó lo mas allegado a la realidad, sin embargo podrán ser modificados y mejorados, de encontrarse nueva información bibliográfica que los pudiese complementar.

Introducción

Las condiciones sociales, políticas, económicas y culturales de la sociedad del siglo XXI, propiciaron el avance acelerado de la informática y las telecomunicaciones (Lévy, 2007), debido al alto crecimiento tecnológico generado en las últimas décadas, tras una larga trayectoria de innovaciones, transferencias y adaptaciones, la tecnología se ha convertido en objeto de interés para el diseño de políticas económicas y programas científicos, además de evaluar los impactos que causa en la sociedad (Tabares y Correa, 2014).

Las tecnologías de información y comunicación (TIC's) se definen como sistemas tecnológicos mediante las cuales se recibe, manipula y procesa información facilitando la comunicación entre dos o más interlocutores, siendo algo más que informática y computadoras, puesto que no funcionan como sistemas aislados, sino en conexión con otras mediante una red, de igual forma son algo más que tecnologías de emisión y difusión (como televisión y radio) ya que no solo dan cuenta de la divulgación de la información, sino que además permiten una comunicación interactiva (Ramírez y colaboradores, s/a). De acuerdo con la Organización de las Naciones para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en 2013, las TICs han causado un impacto en todos los ámbitos de la vida humana, dando origen a la denominada “Sociedad del Conocimiento” o “de la Información”, en estas sociedades las tecnologías digitales aparecen como las formas dominantes para organizarse, comunicarse, compartir información, conocimiento e investigar, generando cambios importantes en nuestra forma de vivir, de relacionarnos y de aprender (Bustos y Coll, 2010).

Por lo anterior, diversas organizaciones internacionales han establecido la importancia de emplear las TICs en el ámbito educativo, por ejemplo, la UNESCO en 2009, destaca que al usar estas tecnologías se incrementarían las oportunidades de educación al superar las barreras geográficas, apoyando sobre todo a la educación a distancia, reformando el proceso de enseñanza y aprendizaje y desarrollaría en la población habilidades tecnológicas para permitir el aprendizaje a lo largo de la vida, todo esto, a través de un uso equilibrado de medios y de una formación docente fortalecida.

En el caso particular de las ciencias, Sanmarti y colaboradores en 2002 mencionan que para que los alumnos sean capaces de explicar por si solos los fenómenos del mundo que los rodea haciendo uso de modelos y teorías actuales deben de tener acceso a diferentes recursos que les permitan manipular, observar y experimentar, existiendo una relación estrecha entre la teoría y el trabajo experimental, aunque en ocasiones se puede convertir en un reto. Sin embargo una alternativa a estos problemas son las TICs de carácter específico en la enseñanza de las ciencias como son los tutoriales, y las simulaciones de fenómenos y experimentos (López y Morcillo, 2007). Por otra parte, cuando surgen nuevas tecnologías con ellas se abren una amplia gama de oportunidades de estudiar la biodiversidad así como cada elemento que la constituyen, permitiendo elaborar modelos muy próximos a la realidad, estos suelen hacer uso de la realidad virtual (RV) , la cual ha ido incrementando su uso en los últimos años al permitirnos generar simulaciones en un ambiente de tres dimensiones (3D), en donde el usuario puede visualizar y manipular su contenido, dando la sensación de estar en una situación real con la que se puede interactuar (León, 2012).

Dos buenos ejemplos del uso de la RV en la docencia son los museos y los laboratorios virtuales, siendo estos escenarios donde se pueden realizar diferentes actividades con la propiedad de simular fenómenos naturales difíciles de observar en la realidad, mejorando la comprensión de los mismos y a su vez convirtiéndose en un recurso de gran interés para la enseñanza de las ciencias al ser una herramienta para el docente con la que puede motivar la actividad de los alumnos en el aula así como su interés por el aprendizaje, promoviendo en un futuro el desarrollo de la investigación (Ibáñez y colaboradores, 2008) y (López y Morcillo, 2007), estos se apoyan en herramientas multimodales y en software específico (Witker, 2009) como 3D Max Autodesk, el cual es un programa de creación de gráficos y animación 3D que se ha destacado por sus características de edición, foto-realismo y animación (Cruz, 2003).

Una vez señalados todos los beneficios que implica el uso de la RV en los laboratorios virtuales y la manera en la que facilitan el estudio de la biodiversidad se tomará como ejemplo a las medusas debido al creciente interés que ha tenido su estudio en los últimos años. Pero, ¿Qué son las medusas?, las medusas son un grupo de depredadores planctónicos con más de 11,000 especies en el mundo (Puente y Medina, 2010), están

presentes en cuatro grandes grupos, Hydrozoa, Staurozoa, Scyphozoa y Cubozoa que junto con los Anthozoa (corales y anémonas) forman el phylum Cnidaria (Meléndez, 2015). Consideradas como organismos simples anatómicamente y fisiológicamente, fácilmente reconocibles debido a su forma típica de campana (redonda o cubica) y por tener un número variable de tentáculos (Ponce- García y López- Vera, 2013). En términos generales los medusozoos son organismos metazoarios, diploblásticos, con simetría tetrameral y alternancia de generaciones (metagénesis), sin órganos definidos, presentan cnidocitos, los cuales pueden ser de distintas clases, teniendo la mayoría de ellos la función de inyectar toxinas y envenenar a la presa o al agresor, caracterizándose también por ser celenterados es decir presentan una sola cavidad corporal en forma de saco con la doble función de digerir el alimento y excretar sus desechos (Gasca y Loman, 2014) a pesar de esta relativa simplicidad, estos animales poseen una red neuronal rudimentaria y estructuras sensibles a las variaciones de luz (Ponce y López, 2013).

Ecológicamente las medusas son de gran importancia al presentar asociaciones con diferentes organismos, tal es el caso de peces, crustáceos, ciliados, dinoflagelados y moluscos sirviéndoles como alimento, medio de transporte, casa o protección (Ohtsuka y colaboradores, 2009). En años recientes el papel de las medusas en los ecosistemas ha cobrado mayor relevancia ya que algunas actividades antropogénicas como la sobrepesca, la modificación de los hábitats, el cambio climático, la eutrofización del agua y la translocación de especies a generado la aparición de los blooms o florecimientos de medusas los cuales son capaces de modificar el entorno drásticamente en lapsos cortos de tiempo teniendo consecuencias ecológicas, sociales y económicas (Richardson y colaboradores, 2009).

Económicamente, al ser voraces depredadores planctónicos que se alimentan de larvas de invertebrados, copépodos, peces adultos y de sus larvas, causan repercusiones negativas en la economía de las pesquerías locales al competir por alimento con especies comerciales (Álvarez - Tello y colaboradores , 2013), Fraser, 1969 señaló que una pequeña medusa puede capturar 80 larvas de peces en 6.5 horas, mientras que especies como *Aurelia aurita* llega a consumir hasta 450 peces juveniles en sus estadios primarios de desarrollo; generando impactos negativos en las actividades de crianza de peces (Álvarez-Tello y

colaboradores, 2013). Paralelamente, mientras unas medusas son evitadas, varias especies de la clase Scyphozoa son usadas como un alimento de consumo cotidiano, debido a sus características organolépticas (sabor, textura y color), por su gran tamaño que permite su captura con relativa facilidad y su elevada abundancia. Desde los años setentas con la demanda de medusas en el mercado japonés, la pesca de estos organismos se ha incrementado en lugares como Vietnam, Filipinas, Tailandia, Malasia, Myanmar, Indonesia y Singapur y en menor escala se empezó a explotar en Australia, Estados Unidos, India, Turquía y México (Puente y Medina, 2010). En el caso de nuestro país, estados como Oaxaca, Sonora y Tabasco que cuentan con explosiones poblacionales de *Stomolophus meleagris* explotan este recurso comercializándolo ampliamente (Álvarez-Tello y colaboradores, 2008) exportándolas a Malasia, China, Japón y Corea (Puente y Medina, 2010).

Finalmente, en el continente asiático las escifomedusas juegan un papel muy importante en la vida de las personas, ya que se le atribuyen varias cualidades útiles para tratar padecimientos de salud (Garrido y colaboradores, 2001). Desde 1960 los científicos han estudiado la bioquímica, la farmacología y la toxicología de las toxinas presentes en sus cnidocitos, por lo que han tratado de extraer sus componentes activos como una nueva fuente natural de medicinas (Ayed y colaboradores 2012).

Existen varios artículos sobre las actividades antimicrobianas de los extractos de medusas, que permitirían el diseño de nuevos antibióticos con actividad antimicrobiana de amplio espectro, entre ellos se encuentra el de Ovchinnikova y colaboradores en 2006, quienes descubrieron un péptido antimicrobiano, llamado aurelina, extraído de *Aurelia aurita*, el cual mostró actividad contra bacterias Gram + positivas y Gram - negativas, mientras que Bayazit en 2004 señaló que esta misma medusa produjo una inhibición significativa en el crecimiento de células cancerígenas en conejos; Ayed y colaboradores 2012 señalan que las toxinas de las medusas podrían tener aplicaciones prometedoras en la medicina cardiovascular y que en algunos experimentos con ratas se ha mostrado que se pueden utilizar para curar la artritis, aliviar dolor de espalda y para remediar la fatiga coincidiendo con Garrido y colaboradores en 2001 quienes mencionan que además de esos padecimientos sirven para tratar la hipertensión y el reumatismo; por otra parte, los venenos

de la medusa invertida (*Cassiopea xamachana*) y de la ortiga marina (*Chrysaora quinquecirrha*) atenúan o reducen la expresión de tumores hepáticos, cerebrales y de médula espinal, respectivamente (Balamurugan y colaboradores, 2010 y Orduña y colaboradores, 2003; respectivamente), además, se les han atribuido propiedades afrodisiacas , tal es el caso de *Stomolophus meleagris* (Cortes-Lacomba y colaboradores 2013).

Su distribución es cosmopolita, ya que se les puede encontrar en aguas someras o a grandes profundidades en mares de todo el mundo, así como en algunos cuerpos de agua dulce. En el caso de México se han registrado 703 especies de las cuales 670 pertenecen a la Clase Hydrozoa, 27 a la Scyphozoa, 4 a la Cubozoa y únicamente 2 a la clase Staurozoa (Meléndez, 2015). En cuanto a su estudio, se puede decir que, a pesar de que se han realizado diversas investigaciones sobre su ecología, distribución y taxonomía, la información obtenida es escasa y se encuentra de manera fraccionada (Segura y colaboradores, 2003) ya que el estudio de las medusas al igual que otros organismos marinos presenta ciertos desafíos tecnológicos y científicos (Boxshall, 2006), por lo anterior y dada la importancia que las medusas representan para los ecosistemas y para el hombre se sugiere promover su estudio mediante la elaboración de modelos 3D ya que su uso los convierte en herramientas que permiten a las personas lograr una mejor comprensión de los elementos que las constituyen, además se promueve la elaboración de bases de datos (físicos y virtuales) para estos organismos los cuales sirvan como repositorios de su información favoreciendo su estudio en un futuro.

Antecedentes

Es importante mencionar que existen pocos trabajos sobre el uso de la realidad virtual y sobre las construcciones tridimensionales de organismos ya que por lo general suelen abordar temas de bioquímica tal es el caso de Sánchez y Rosales, 2008 quienes destacan el uso de la interfaz 3DMovilis para el programa de visualización molecular denominado Visual Molecular Dynamics (VMD), en el que se pueden visualizar, modelar y analizar de manera 3D desde un átomo hasta grandes sistemas moleculares facilitando el aprendizaje de temas fundamentales en la enseñanza de la bioquímica convirtiéndose en una buena herramienta para la docencia al presentar de una forma dinámica e interactiva temas complejos, con alto grado de dificultad y abstracción, resultan difíciles de asimilar para los alumnos.

Otro tema recurrente es la reconstrucción virtual de lugares mediante la elaboración de softwares educativos, ejemplo de ello es el trabajo denominado Museo Virtual el Rehilete de Pachuca Hidalgo" elaborado por Cruz en 2003, en el cual se muestra el desarrollo de vitalización de seis exhibiciones que se encuentran en el museo El Rehilete mediante la creación de mundos virtuales 3D con el programa 3D Max Autodesk en tres modalidades (visualizaciones, animaciones y comportamientos complejos) mediante el lenguaje de Modelado de Realidad Virtual o VRML, favoreciendo los objetivos que el museo ha tenido desde su creación en 1997, entre ellos el fomentar el aprendizaje a través de actividades interactivas, además de ser una muestra de la transición de los museos tradicionales a los museos virtuales.

Por otra parte, entre los pocos trabajos existentes sobre construcciones 3D de organismos, se puede señalar el uso de la tomografía computarizada de rayos X (Micro-TC), la cual es una técnica no destructiva, rápida, confiable y que produce datos morfológicos de alta calidad, pudiendo aplicarse a tejidos blandos de invertebrados raros o únicos de colecciones de museos, además puede ser utilizado en estudios anatómicos comparativos de invertebrados a gran escala conduciendo a una mayor comprensión evolutiva y taxonómica. Ejemplo de lo anterior es el trabajo de Dinley y colaboradores 2010, en este se realizó la

primera descripción morfológica del cuerpo blando del poliqueto *Nephtys hombergii* y el realizado por Poinapen y colaboradores 2017, el cual muestra la morfología del escarabajo *Leptinotarsa decemlineata*.

Finalmente se mencionan dos trabajos reportados sobre construcciones tridimensionales de organismos marinos, siendo uno de ellos el Acuario Virtual Tridimensional desarrollado por la Escuela Superior de Computo (ESCOM) del IPN en el, se recrearon los entornos y la fauna predominante en los océanos, mostrando 36 de las especies más representativas que prevalecen en las distintas profundidades, además incluyeron una ficha técnica de cada especie, en la que se muestra la fotografía del ejemplar, lugar de ubicación, descripción física y forma de alimentación; además cuenta con una sección de juegos para reforzar el aprendizaje, siendo su principal objetivo el contribuir a fortalecer el conocimiento de los estudiantes sobre la vida marina (Fuentes, 2007). En último lugar se mencionara el museo digital cronodon, el cual es un sitio web en el que se puede encontrar información y algunos modelos de insectos, cefalópodos, esponjas, poliquetos y medusas, en el caso de estas últimas además de brindar datos sobre su anatomía y reproducción, cuenta con algunos esquemas y modelos de *Aurelia aurita* y de *Cyanea capillata* (BotRejectsInc, 2007).

Objetivos

Objetivo General:

- Elaboración de un catálogo de modelos tridimensionales de medusas registradas en México.

Objetivos Particulares:

- Realizar una investigación documental sobre las medusas presentes en aguas mexicanas.
- Conocer las principales características que poseen las medusas presentes en México.
- Realizar un catálogo impreso y uno virtual de medusas presentes en el país.

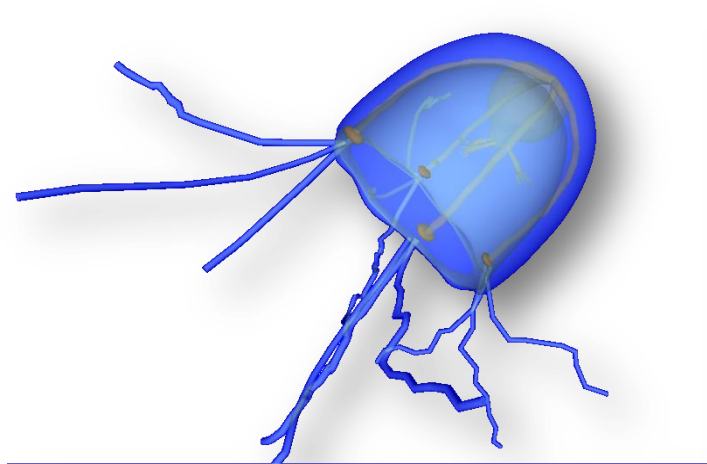
Metodología

Con la finalidad de conocer la diversidad de medusas presentes en México, se realizó una búsqueda bibliográfica en diferentes fuentes, tales como tesis, revistas y artículos científicos; debido a su relevancia, se tomo como referencia los listados taxonómicos propuestos por Segura-Puertas y colaboradores en 2003 y Meléndez en 2015, con base a ellos, se llevó a cabo una nueva investigación documental en diversas fuentes (ANEXO) y a partir de ellas se realizo una recopilación de información (taxonomía, descripciones morfológicas, distribución, hábitat y profundidad (esta última a nivel familia) además de imágenes y esquemas) para cada una de las medusas que se presentan en los catálogos (impreso y virtual). Es importante mencionar que las referencias de dichas fuentes sirvieron para la elaboración de los modelos 3D y las descripciones morfológicas, sin embargo, no se colocaron dentro de los resultados, si no que estas se incluyen en un anexo (ANEXO) para no interrumpir la lectura.

El siguiente paso, consistió en la construcción de los modelos tridimensionales con el programa 3D Max Autodesk 2012, para ello se tomaron como referencia las imágenes, esquemas e información previamente obtenidos y como caso único para la sp. *Aurelia aurita* se revisaron algunos organismos preservados en etanol al 70% presentes en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, ambas estrategias fueron realizadas con el fin de poder obtener un mayor número de características morfológicas de los organismos proporcionándoles a los modelos mayor realismo, con el mismo propósito se elaboraron y posteriormente editaron las texturas para cada modelo mediante el uso del programa Adobe Photoshop CS2, una vez realizado lo anterior fueron exportados a lenguaje VRML. Finalmente se construyeron dos catálogos, uno impreso y el otro virtual, siendo este último creado con el programa Antenna Studio Web.

Resultados De las 703 especies registradas para México (Meléndez ,2015) se elaboraron 17 modelos tridimensionales (2.41%), pertenecientes a 11 familias (12.08 %) y 16 géneros (6.17%), siendo 10 de ellas Hydromedusas, 5 Scyphomedusas y 2 Cubomedusas. Además, se inicio la construcción del catalogo impreso, el cual se muestra a continuación así como un catalogo virtual que estará anclado a una página web y que servirá como repositorio para la información.

Clase Hidrozoa



CLASE: HYDROZOA

Orden: Anthomedusae

Familia: Bougainvillidae (Lütken, 1850)

Género: *Bougainvillia* (Lesson, 1836)

Especie: *Bougainvillia muscus* (Allman, 1863)



Tomado de Andrade, 2010

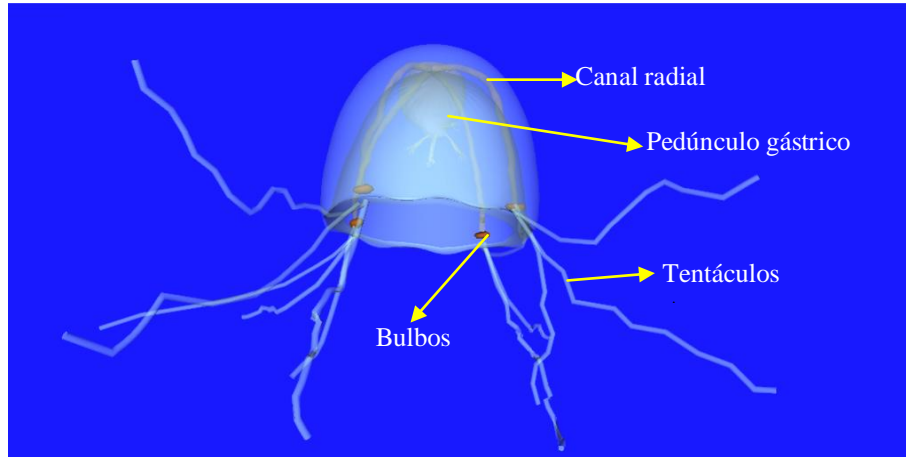
Sinonimia: *Bougainvillia autumnalis* Hartlaub, 1897; *Bougainvillia benedenii* Bonnevie, 1898; *Bougainvillia diplectanos* Busch, 1851; *Bougainvillia fructicosa* Allman, 1864; *Bougainvillia Gibbsi* Mayer 1900; *Bougainvillia maniculata* Haeckel, 1864; *Bougainvillia ramosa* (Van Beneden, 1844); *Bougainvillia ramosa* f. *benedeni* Bonnevie, 1898; *Bougainvillia ramosa muscus* (Allman, 1863); *Bougainvillia ramosa* var. *minima* Kramp & Damas, 1925; *Perigonimus muscus* Allman, 1863 y *Podocoryna alderi* Hodge, 1863.

Hábitat: Costera

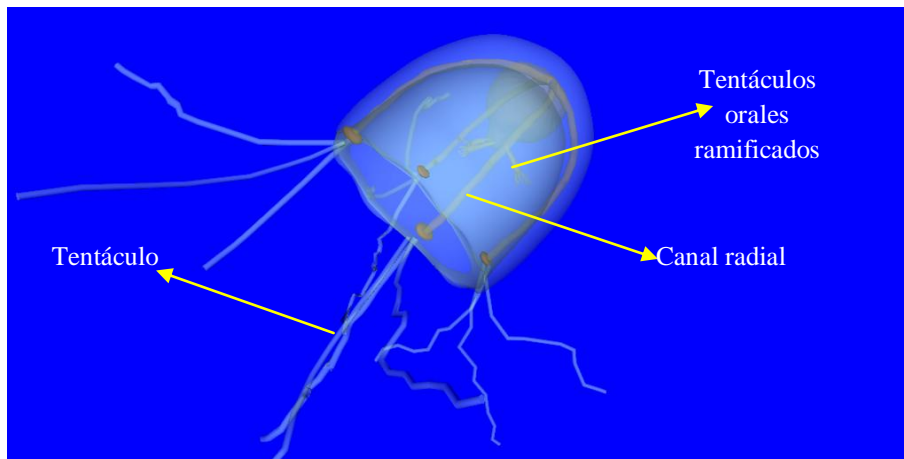
Profundidad (M): 0-200m

Descripción: Medusa con forma de campana (delgada uniformemente), más gruesa en el ápice, mide 1-4mm de alto y de ancho, con pocos nematocistos en la exumbrela, presenta un canal apical, un pedúnculo gástrico bajo a veces presente, canales radiales estrechos, bulbos bastante pequeños, ovales, 2 a 6 tentáculos por bulbo, bulbo redondeado, ocelo redondo, situado adaxialmente en bulbos cerca del origen de los tentáculos, manubrio corto (aproximadamente 1/2 de subumbrela), cónicos, tentáculos orales divididos dicotómicamente 2 veces (raramente 3 o 4 veces), troncos basales de longitud moderada, longitud variable, almohadillas interradales de las gónadas, a veces se extienden ligeramente a lo largo de los canales radiales

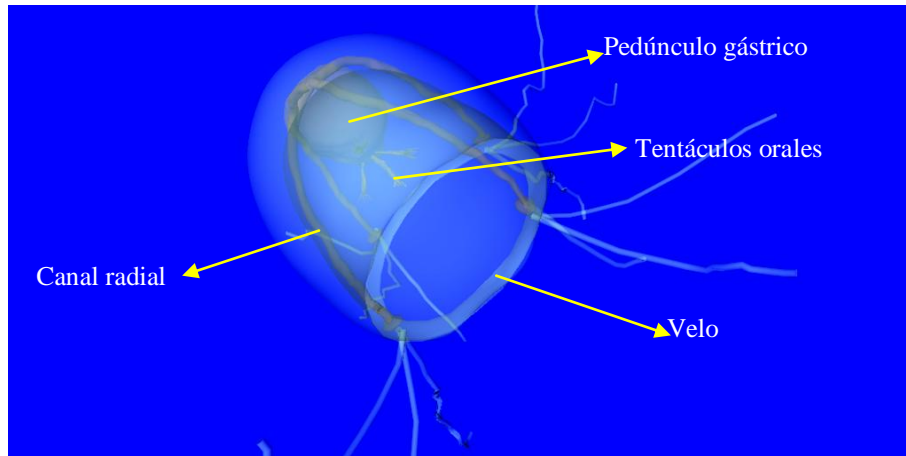
Distribución: Atlántico, Indo-Pacífico, Mediterráneo, Ártico, Australia, China y Japón). Noroeste Europa, mediterránea, el Mar Negro, África del Oeste, Nueva Inglaterra y Brasil.



A



B



C

Figura 1. Modelo 3D de *Baganvilia muscus*: A vista Frontal, B vista derecha y C vista izquierda.

Orden: Anthoathecatae

Familia: Oceanidae

Género: *Turritopsis*

Especie: *Turritopsis nutricula*, (McCrary, 1857)

Sinonimia: *Modeeria multitentaculata* Fewkes, 1881

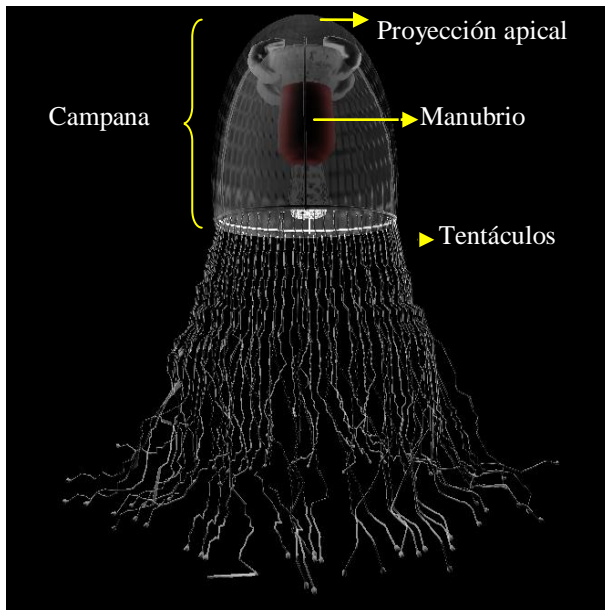
Hábitat: Pelágica

Descripción: Campana de 3.5 mm de ancho y 3 mm de largo, presenta una proyección apical baja en forma de cúpula, con 60 a 130 tentáculos marginales situados alrededor de la campana, presenta bulbos basales bien desarrollados con un ocelo rojo en cada uno de ellos en el lado interno (velar) de la base de cada tentáculo, velo bien desarrollado, 4 canales radiales anchos y rectos. El manubrio está articulado sobre un pedúnculo compuesto de células vacuoladas o solamente de mesoglea. La cavidad gástrica tiene forma de huso, ocupando alrededor de dos tercios de la altura de la campana, la boca no se extiende hasta la abertura velar, 4 labios con verrugas en el margen en forma de lanceta (recurvados) que ocupan un tercio del largo del manubrio, 4 gónadas marrones sobresalientes en la pared del celenteron cuya forma es esférica.

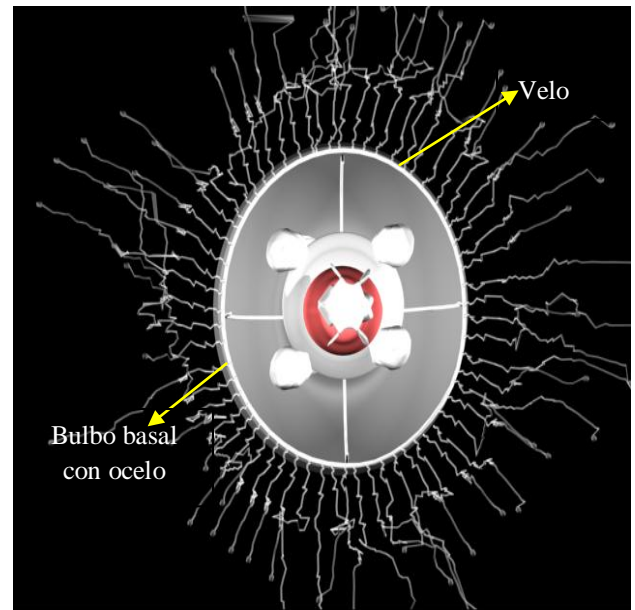
Distribución: Golfo de México, Océano Atlántico Norte



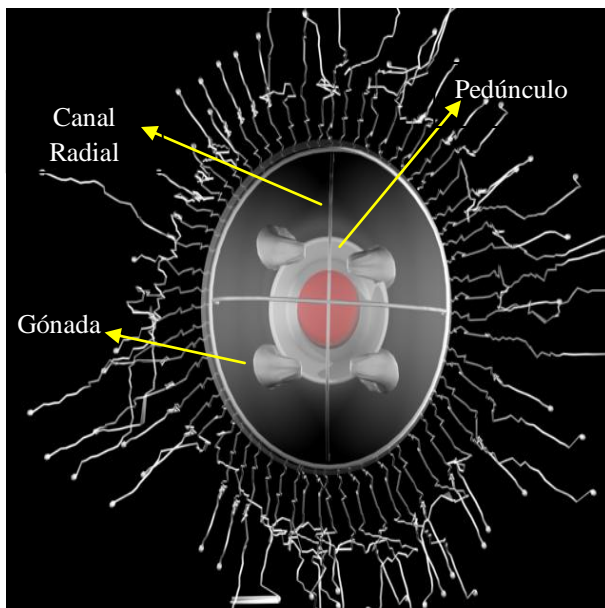
Tomado de Schuchert, 2011



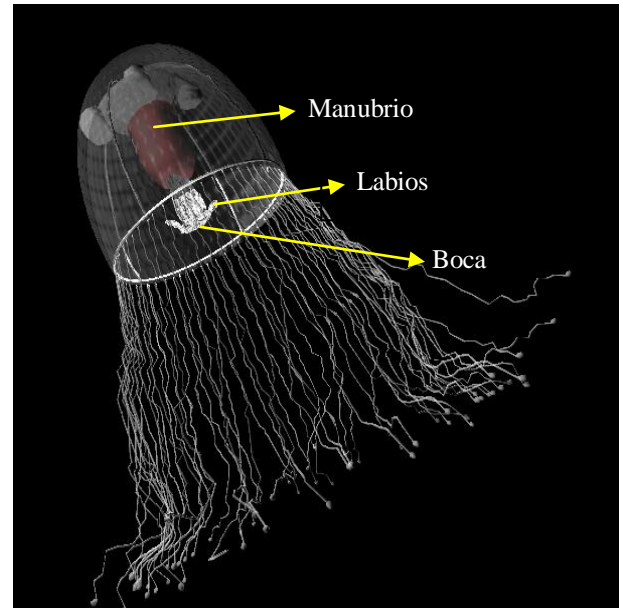
A



B



C



D

Figura 2. Modelo 3D de *Turritopsis nutricula*: A vista frontal, B Vista inferior, C Vista superior, D Vista perspectiva

Orden: Anthoathecatae

Familia: Pandeidae

Género: *Amphinema*

Especie: *Amphinema australis* (Mayer, 1900)

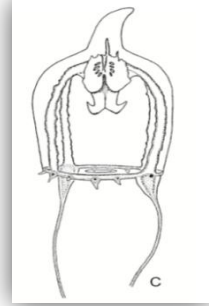
Sinonimia: *Stomotoca australis* Mayer, 1900.

Hábitat: Estuarina, Nerítica

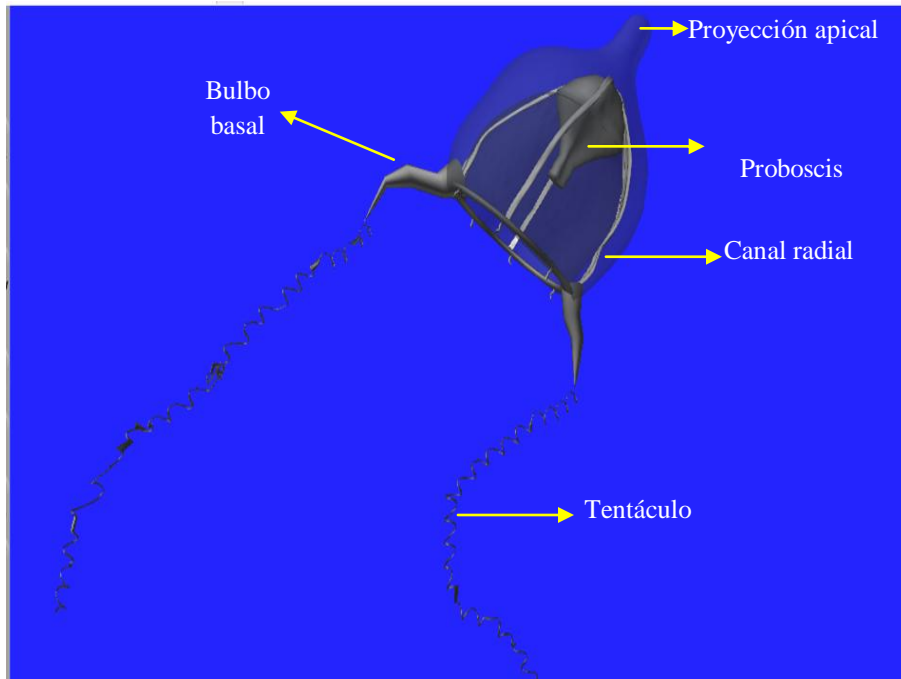
Profundidad (M): 0-200m

Descripción: Campana delgada, mide aproximadamente 2.5 mm de alto, con proyección cónica bien desarrollada sobre la superficie aboral, posee 2 tentáculos largos opuestos simétricamente situados al final de los canales radiales, los bulbos basales de los tentáculos son huecos, largos y cónicos, además de estos existen dos bulbos tentaculares rudimentarios situados en las bases de los canales radiales 90° lejos de los tentáculos, 8 ocelos ectodermales, cuatro situados sobre las caras centrifugas de los cuatro bulbos tentaculares y los otros cuatro ocupan posiciones intermedias sobre el borde de la campana; velo ancho; los canales radiales son amplios y sus bordes son simples y lisos; la proboscis es corta con forma de urna y se extiende aproximadamente desde el vértice interior de la cavidad de la campana hasta la abertura velar; las gónadas ocupan las regiones plegadas de forma compleja sobre los lados de la cavidad gástrica.

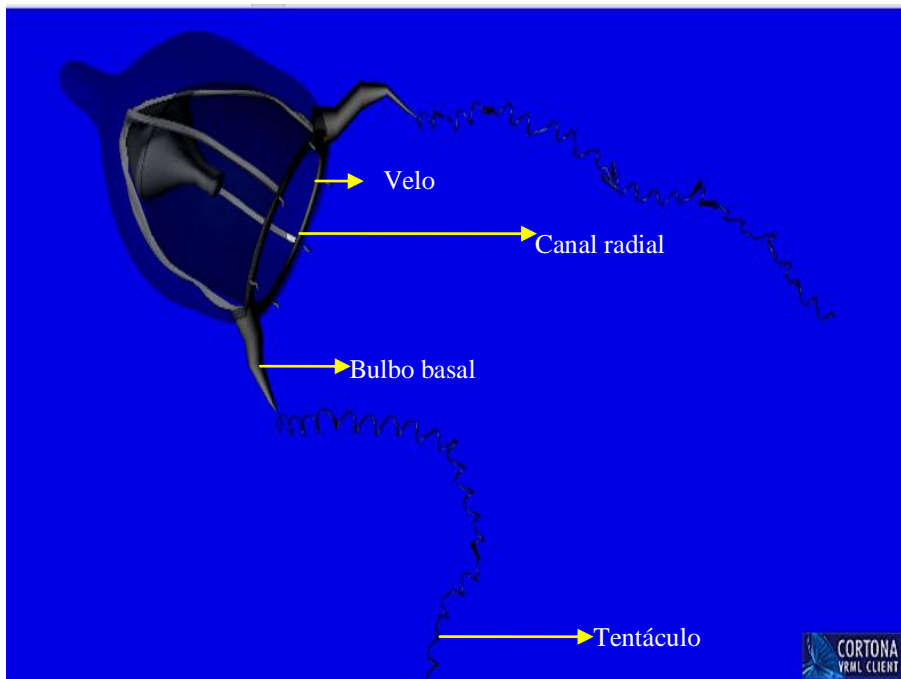
Distribución: Pacífico Tropical Mexicano.



Tomado de Schuchert, 2007



A



B

Figura 3. Modelo 3D de *Amphinema australis*

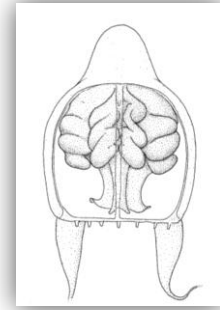
A vista derecha y B vista perspectiva

Orden: Anthoathecatae

Familia: Pandeidae

Género: *Amphinema*

Especie: *Amphinema rugosum* (Mayer, 1900)



Tomado de Schuchert, 2007

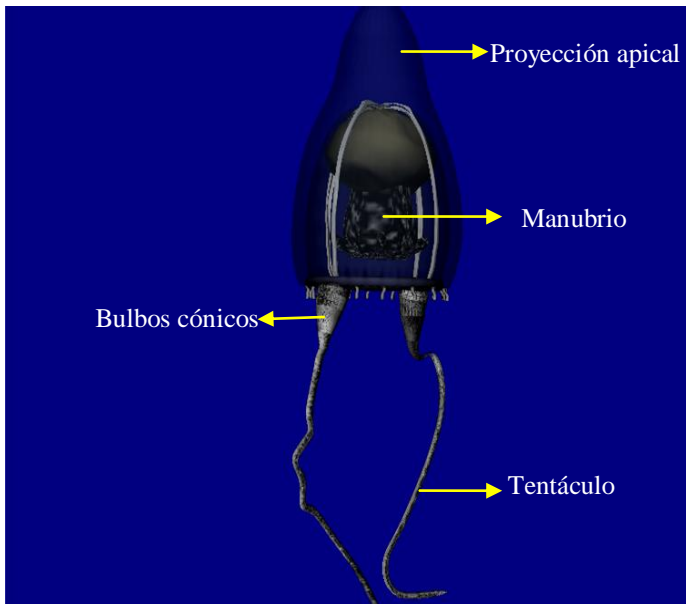
Sinonimia: *Amphinema rugosum shantungensis* Chow & Huang, 1958, *Stomotoca apicata* Fewkes, 1881, *Stomotoca rugosa* Mayer, 1900.

Hábitat: Estuarina, Nerítica

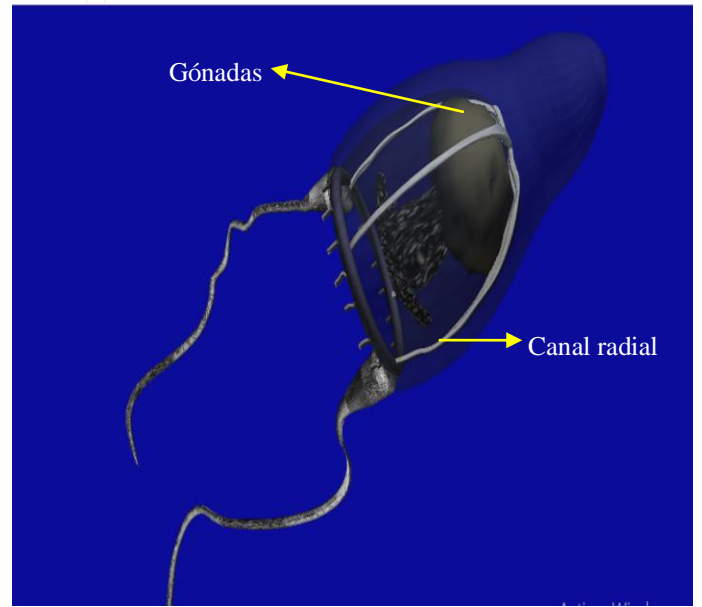
Profundidad (M): 0-200m

Descripción: Campana ligeramente más alta que ancha y más delgada en la parte superior, con proyección apical cónica; tamaño variable, la parte superior de la campana presenta surcos perradiales; con 4 canales radiales anchos con márgenes suaves y dentados, normalmente sin mesenterios, algunas veces pueden tener mesenterios cortos; 2 tentáculos largos y afilados, opuestos simétricamente, con bases suaves, bulbos cónicos, huecos, 14-24 tentáculos reducidos; manubrio que llega casi al velo, en forma de cruz; boca con 4 labios prominentes y recurvados; 8 gónadas que se pueden fusionar perradialmente en la parte oral, mientras que puede haber una conexión interr radial en la parte superior; sin ocelos.

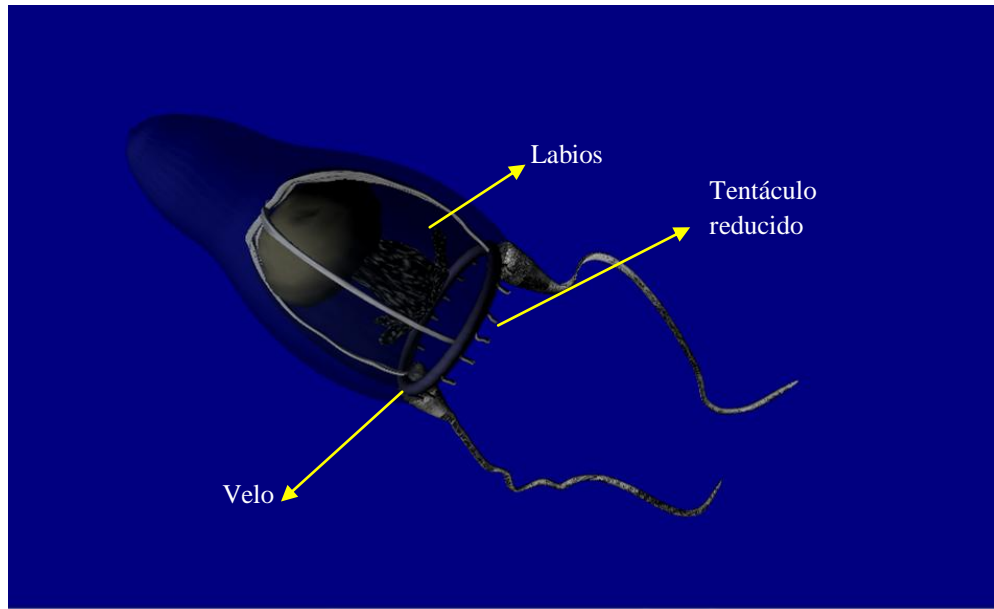
Distribución: Caribe, Costas de América, Nueva Zelanda, Nueva Caledonia, Puerto Rico, Japón, Madagascar, oeste y este Mediterráneo.



A



B



C

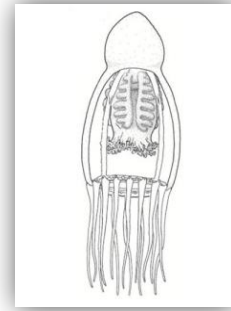
Figura 4. Modelo 3D de *Amphinema rugosum*: A vista perspectiva, B vista derecha y C vista izquierda

Orden: Anthoathecatae

Familia: Pandeidae

Género: *Leuckartiara*

Especie: *Leuckartiara octona* (Fleming, 1823)



Tomado de Schuchert, 2006

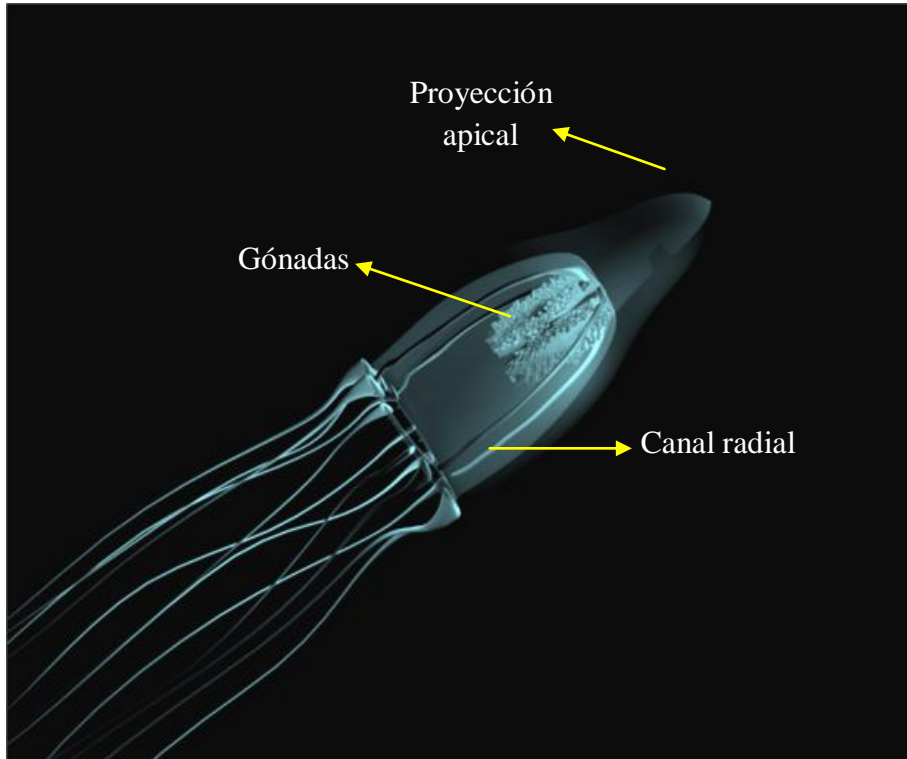
Sinonimia: *Atractylis palliata* Wright, 1861, *Atractylis repens* Wright, 1858, *Eudendrium pusillum* Wright, 1857, *Eudendrium sessile* Wright, 1857, *Geryonia octona* Fleming, 1823, *Leuckartiara octona* var. *minor* Ling, 1937, *Oceania coronata* Allman, 1871, *Oceania turrita* Forbes, 1848, *Perigonimus gelatinosus* Duerden, 1895, *Perigonimus Jonesii* Osborn & Hargitt, 1894, *Perigonimus minutus* Allman, 1863, *Perigonimus napolitanus* Hargitt, 1904, *Perigonimus pugetensis* Heath, 1910, *Perigonimus repens* Allman, *Perigonimus sessilis* (Wright, 1857), *Perigonimus vestitus* Allman, 1864, *Perigonimus vestitus* f. *radicans* Vanhöffen, 1910, *Tiara smaragdina* Haeckel, 1864.

Hábitat: Estuarina, Nerítica

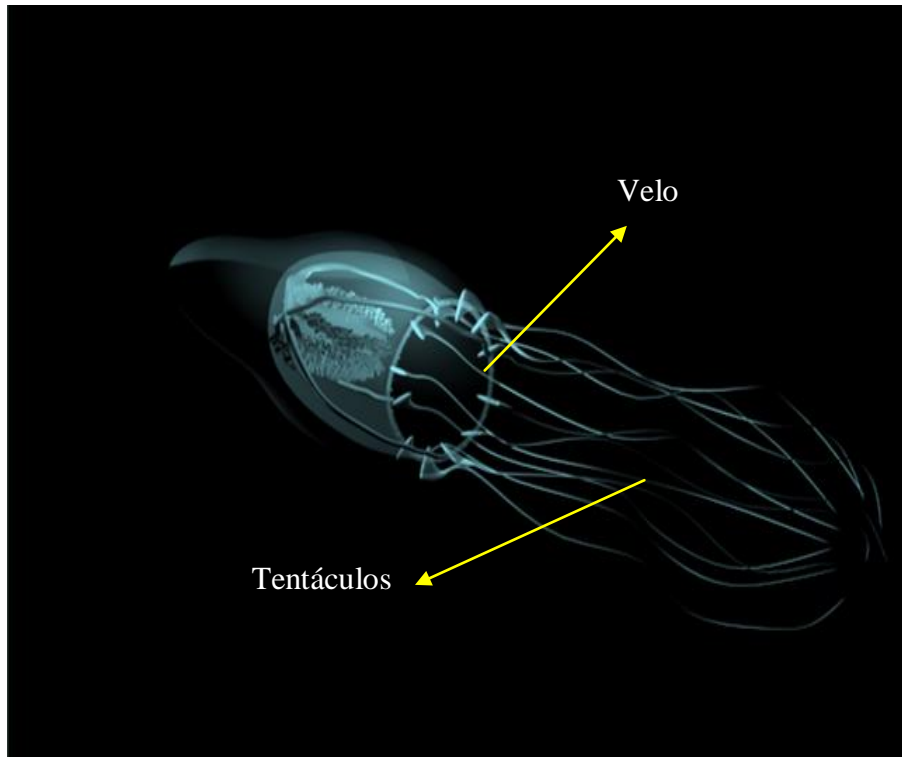
Profundidad (M): 0-200m

Descripción: Medusa con forma de campana, más alta que ancha, con proyección cónica apical, variable en tamaño, velo estrecho; 4 canales radiales anchos y con contornos dentados, canal anular amplio, con contornos suaves, los canales radiales están unidos a la cavidad gástrica por largos mesenterios, 8-23 (usualmente 16) abaxiales pronunciados, en la cara exumbrellar; usualmente con 1-3 bulbos marginales rudimentarios entre los tentáculos adyacentes, ya sean simplemente botones hemisféricos o apéndices con forma apiñonada; un ocelo (color carmesí) pequeño; estomago en forma de frasco, base ancha; boca con 4 labios crenulados; gónadas situadas interr radialmente en las paredes de los pliegues de la cavidad gástrica (color carmesí), en 2 niveles unidos transversalmente por un puente, con varios pliegues dirigido hacia afuera de cada lado perradial.

Distribución: Pacífico mexicano y Golfo de México.



A



B

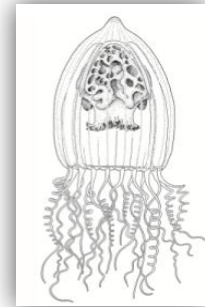
Figura 5. Modelo 3D de *Leuckartiara octona* : A vista derecha y B vista perspectiva

Orden: Anthoathecatae

Familia: Pandeidae

Género: *Pandea*

Especie: *Pandea cónica* (Quoy & Gaimard, 1827)



Tomado de Schuchert, 2006

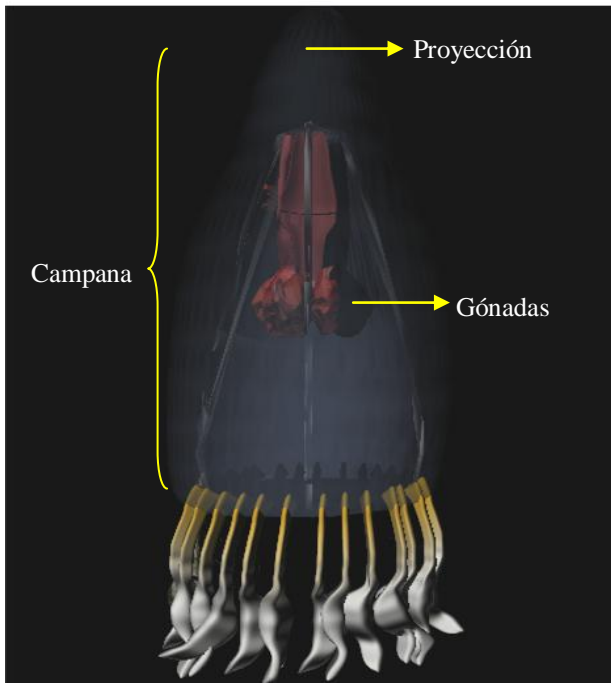
Sinonimia: *Campaniclava cleodora* (Gegenbaur, 1854), *Dianae aconica* Quoy & Gaimard, 1827, *Oceania sedecimacostata* Kölliker, 1853, *Pandea saltatoria* Lesson, 1843, *Syncoryne cleodora* Gegenbaur, 1854, *Tiara pileata* var. *ampullacea* Haeckel, 1879, *Tiara reticulata* Haeckel, 1879.

Hábitat: Estuarina, Nerítica

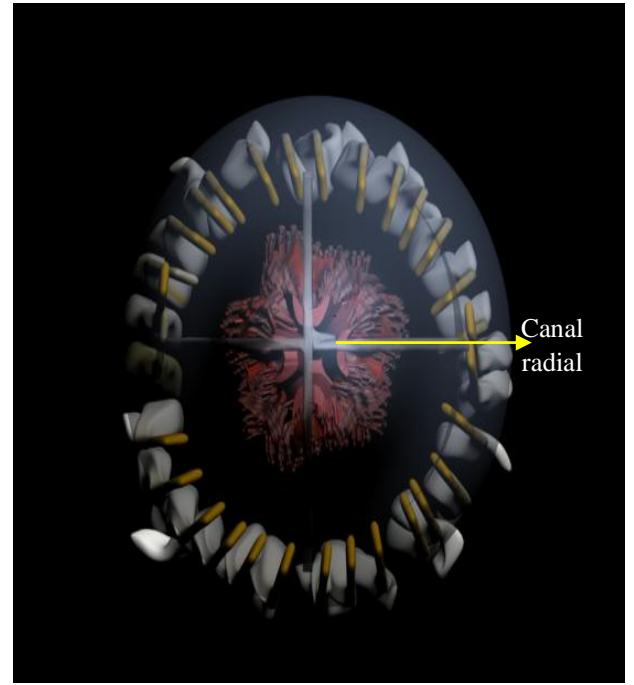
Profundidad (M): 0-200m

Descripción: Campana con forma de barril, con una pequeña proyección circular cubierta por epidermis opaca, mide aproximadamente 21 mm de alto y 10 mm de ancho. Con costillas exumbrelares en forma de quilla longitudinal, que corresponden al número de tentáculos marginales, la cresta de las costillas presentan una línea de epidermis engrosada con nematocistos originalmente de los tentáculos marginales; los canales radiales son muy anchos con contornos suaves o irregulares formando mesenterios, canal anular más estrecho; dieciséis a veinticuatro (en ocasiones hasta 45) tentáculos marginales. Cada uno de ellos posee un bulbo marginal cuya base es cónica y comprimida lateralmente además presentan un ocelo (café-rojo) ectodérmico abaxial; la cavidad gastrovascular es voluminosa y en ocasiones llega a ocupar hasta 2/3 de la cavidad subumbrelar, boca con 4 labios perradiales (rojos o rosas) con muchos dobleces crenulados con nematocistos. Las 4 gónadas consisten en 4 regiones crescéticas, reticuladas, hinchadas en el ectodermo de los 4 lados interradales de la cavidad gastrovascular, la convexidad de la herradura apuntando aboralmente.

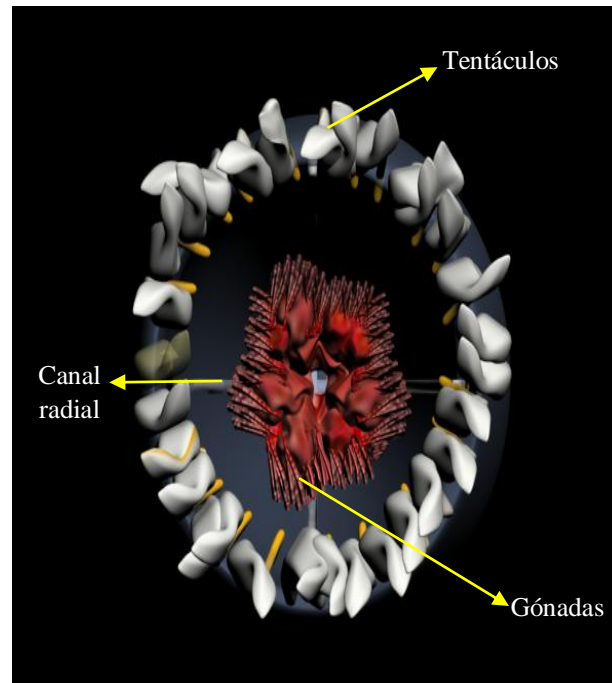
Distribución: Golfo de México, Indo-Pacífico, Atlántico y el Mediterráneo.



A



B



C

Figura 6. Modelo 3D de *Pandea cónica*:
A vista frontal, B vista superior y C vista inferior

Orden: Anthoathecatae

Familia: Pandeidae

Género: *Stomotoca*

Especie: *Stomotoca atra* (L. Agassiz, 1862)

Hábitat: Estuarina, Nerítica

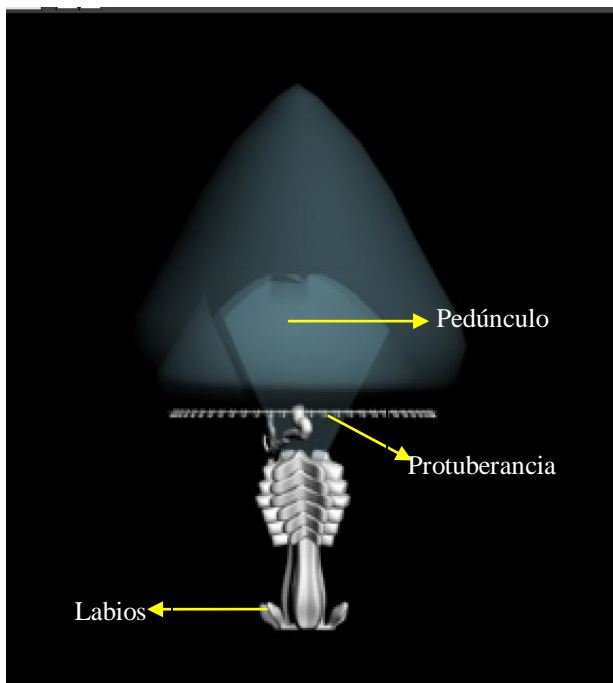
Profundidad (M): 0-200m

Descripción: Campana cónica de 25 mm de alto y 22 mm ancho, más alta en uno de los hemisferios, 2 tentáculos largos (muy contráctiles, y alrededor de 80 pequeñas protuberancias marginales rudimentarias; el celenterón es abultado ocupa la mitad de la cavidad de la campana y se encuentra unido a un pedúnculo cónico y ancho. El manubrio se extiende más allá del margen umbrelar. Las gónadas se localizan en las paredes de la cavidad gastrovascular dispuestas en 8 hileras adradiales. La boca posee 4 labios profusamente ondulados. Los 4 conductos radiales son anchos y lisos, a manera de listones, y el conducto circular es estrecho; velo angosto; sin ocelos. Boca color amarillo opaco

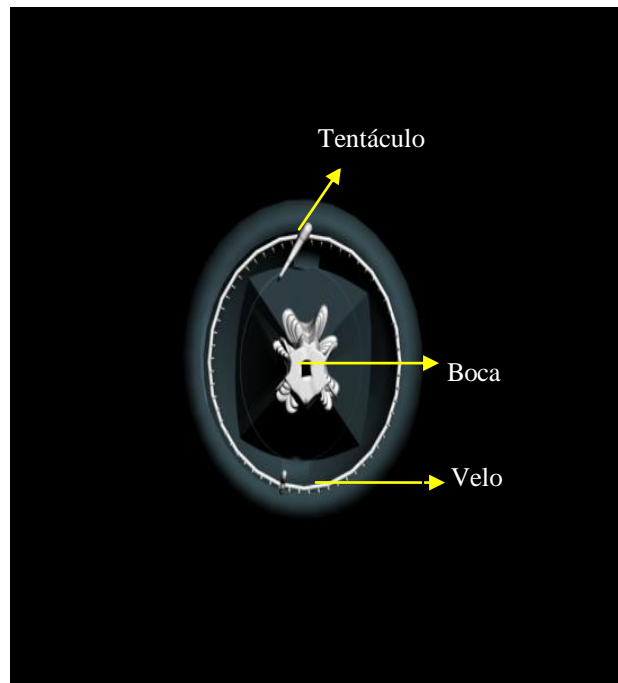
Distribución: Canadá, Golfo de México, Océano Pacífico Norte.



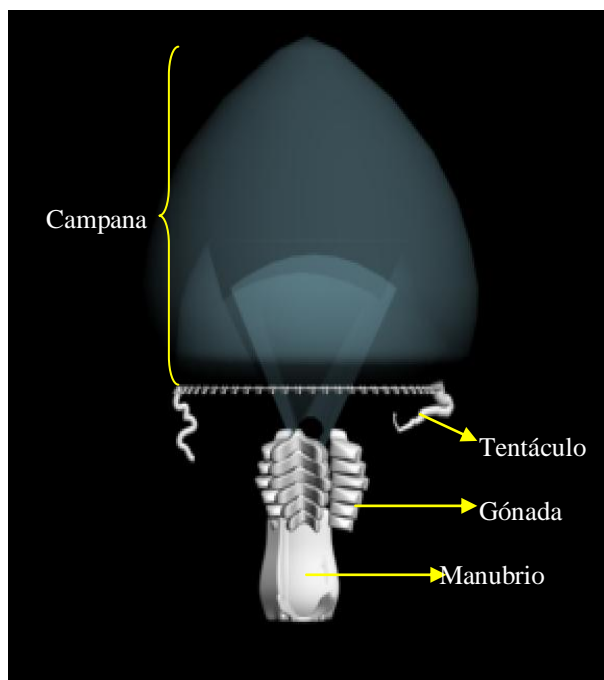
Tomado de Schuchert, 2006



A



B



C

Figura 7. Modelo 3D de *Stomatoca atra*: A vista izquierda, B vista inferior y C vista frontal

Orden: Anthoathecatae

Familia: Pandeidae

Género: *Larsonia*

Especie: *Larsonia pterophylla* (Haeckel, 1879)

Sinonimia: *Stomotoca divisa* Maas, 1897, *Stomotoca pterophylla* Hakckf.I., 1879.

Hábitat: Estuarina, Nerítica

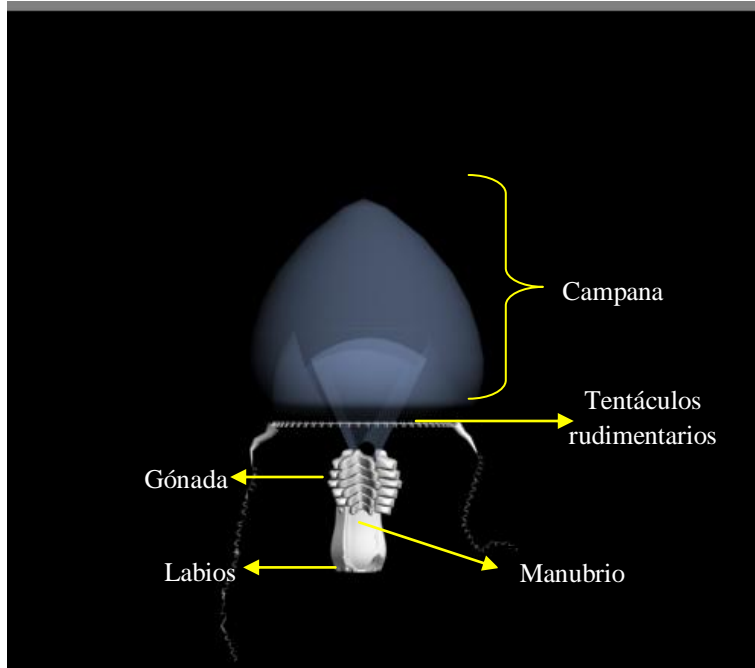
Profundidad (M): 0-200m

Descripción: Campana cónica, con lados acampanados; con una proyección apical puntiaguda; 20 mm de ancho y 12 de alto; la mesoglea suele ser muy gruesa en el polo aboral y se torna delgada en el borde de la campana; con 2 tentáculos marginales afilados y largos que están situados en las bases de los 2 canales radiales separados 180°, estos son altamente contráctiles y cuando se expanden llegan a ser hasta 10 veces más largos que el diámetro de la campana y al reducirse se muestran como simples filamentos, además de estos, tiene alrededor de 60 a 80 pequeños tentáculos rudimentarios (15 a 20 en cada cuadrante); 4 canales radiales (lechosos) anchos y planos, con bordes suaves y simples; el canal anular es estrecho y su borde superior es liso; existe un pedúnculo cónico muy ancho que se extiende hasta el nivel de la abertura velar; el manubrio es grande y protuberante, encontrándose principalmente afuera de la cavidad de la campana; 4 labios prominentes, complejamente crenulados y lanceolados. 8 gónadas situadas adradialmente en los lados de la cavidad gástrica; sin ocelos.

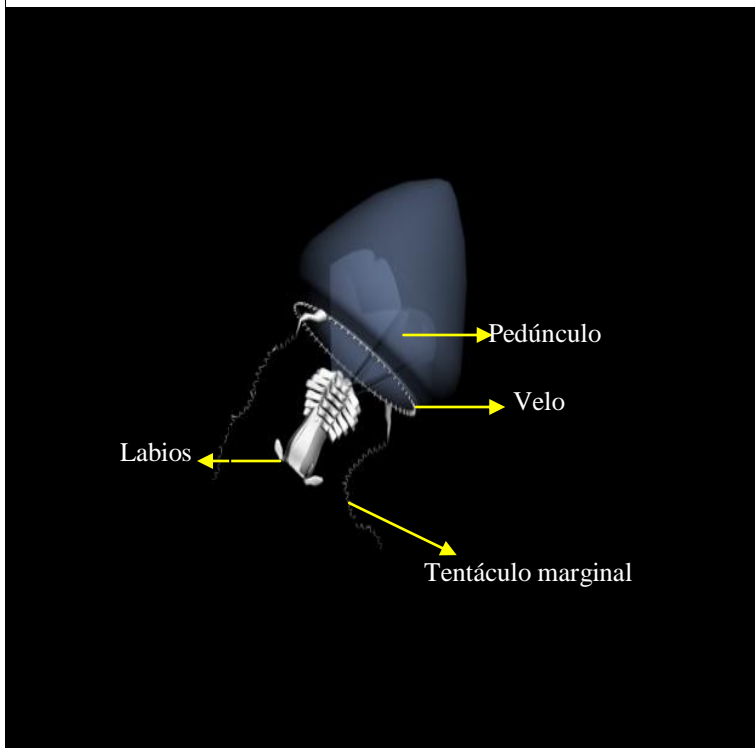
Distribución: Pacífico mexicano, Caribe y Golfo de México



Tomado de Galil, 2012



A



B

Figura 8. Modelo 3D de *Larsonia pterophylla*: A vista frontal y B vista perspectiva

Orden: Anthoathecatae

Familia: Cladonematidae

Género: *Cladonema*

Especie: *Cladonema radiatum* Dujardin, 1843



Tomado de Schuchert, 2013

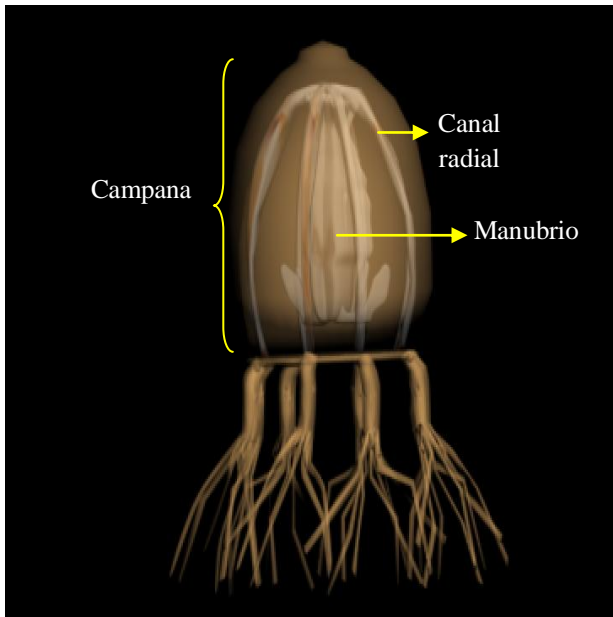
Sinonimia: *Cladonema Allmani* Haeckel, 1879, *Cladonema Dujardinii* Haeckel, 1879, *Cladonema Gegenbauri* Haeckel, 1879, *Cladonema Krohnii* Haeckel, 1879, *Cladonema mayeri* Perkins, 1906, *Cladonema perkinsii* Mayer, 1904, *Coryne stauridia* Gosse, 1853, *Stauridium cladonema* Haeckel, 1879, *Stauridium radiatum* (Dujardin, 1843), *Syncoryne stauridium* Krohn, 1853.

Hábitat: Nerítica

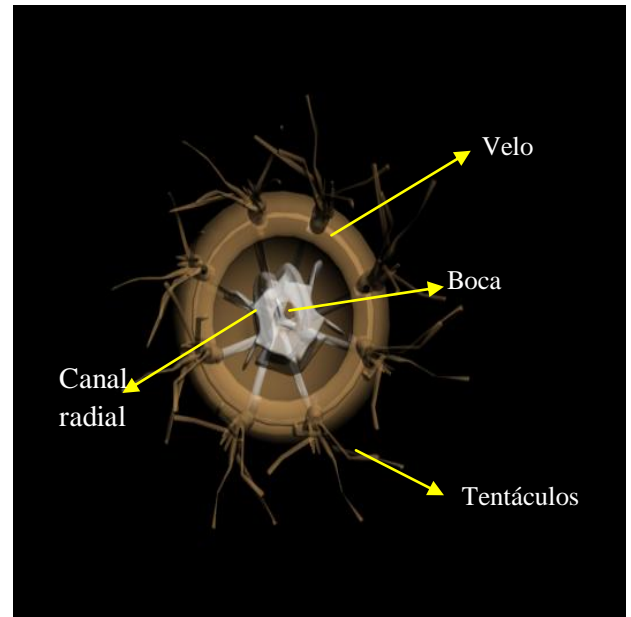
Profundidad (M): 0-200m

Descripción: Medusa en forma de campana, más alta que ancha, algunas veces presenta una leve proyección apical; velo amplio; manubrio con forma de huso, menor que o tan largo como la cavidad de campana, con 5 o 6 protuberancias (parecidas a una bolsa) en su región media, poco profundas y de tamaño variable; las gónadas rodean completamente los dos tercios superiores del manubrio, inclusive las bolsas; boca con 4 o 5 bombas de nematocistos; los canales radiales están muy bifurcados cerca del manubrio, 8 a 10 canales que llegan hasta el canal circular, el patrón de ramificación es variable incluso en individuos de la misma colonia, el número de tentáculos marginales corresponde al número de canales radiales; en cada base de los tentáculos se encuentra un ocelo abaxial (color negro o carmesí); los tentáculos marginales ramificados tienen una base engrosada y alargada una rama principal larga desde la parte inferior de la cual crece 1 a 6 pequeños tentáculos que actúan como órganos adhesivos, los extremos estos tentáculos tienen un hinchamiento esférico distinto; distal a las ramas adhesivas, la rama principal desprende hasta 5 ramas laterales que llevan bombas de nematocistos, alternando en posición oral y aboral y un grupo terminal más grande, las ramas laterales proximales se originan oralmente, las más distales se extienden lateralmente desde la rama principal.

Distribución: Mar Mediterráneo, Océano Pacífico Norte, Golfo de México y Océano Atlántico Norte.



A



B

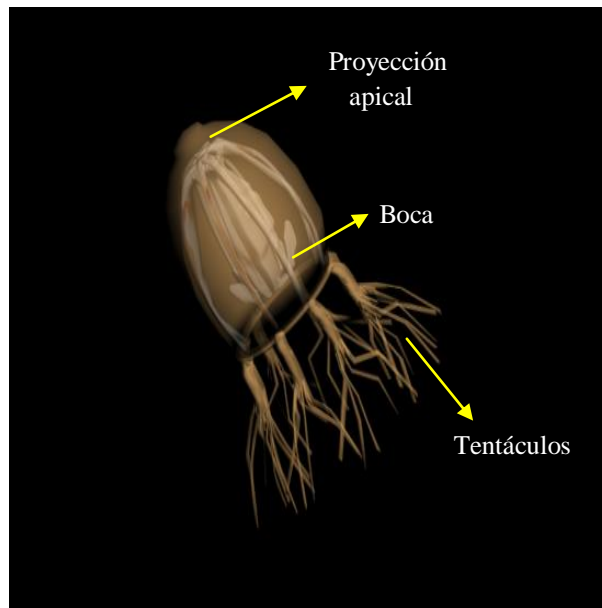


Imagen. Vista perspectiva C

Figura 9. Modelo 3D de *Cladonema radiatum*: A vista frontal, B vista inferior y C vista perspectiva

Orden: Anthoathecatae

Familia: Corynidae

Género: *Sarsia*

Especie: *Sarsia gemmifera* Forbes, 1848

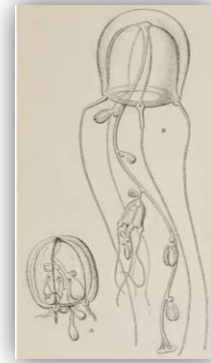
Sinonimia: *Stauridiosarsia gemmifera* (Forbes, 1848).

Hábitat: Estuarina, Nerítica

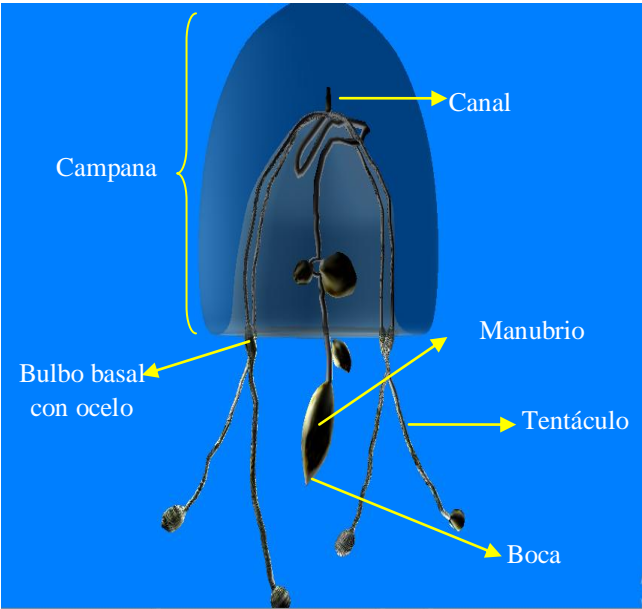
Profundidad (M): 0-200m

Descripción: Campana de forma elipsoidal con una proyección apical existiendo un canal axial que se extiende hacia arriba desde el estómago hacia esta proyección; mide aproximadamente 8 milímetros de alto y 6 de ancho; presentan 4 tentáculos largos y simples al final de cada canal radial, cada uno de los tentáculos tiene bulbos basales bien desarrollados con un ocelo abaxial (color negro) y su longitud es 4 veces el tamaño de la campana, mientras que el manubrio es muy largo y tubular rodeado por una gónada anular; cavidad gastrovascular con forma de huso cerca del extremo final; boca estrecha.

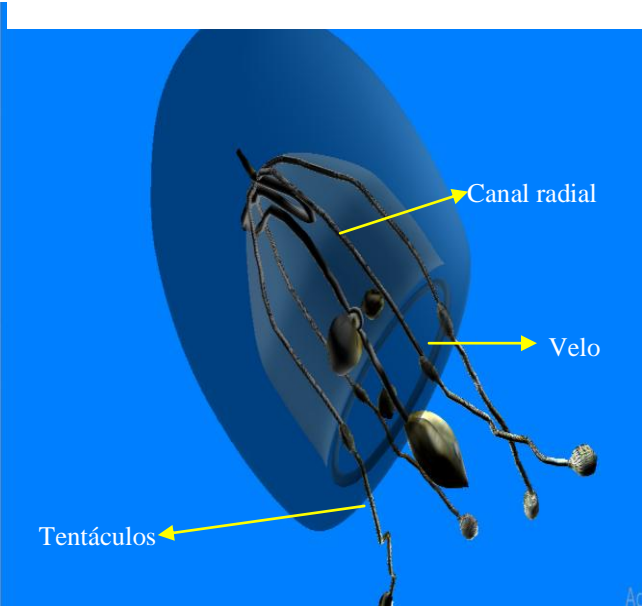
Distribución: Océano Atlántico Norte, Mar Mediterráneo, Golfo de México y Caribe Mexicano.



Tomado de Mayer, 1910



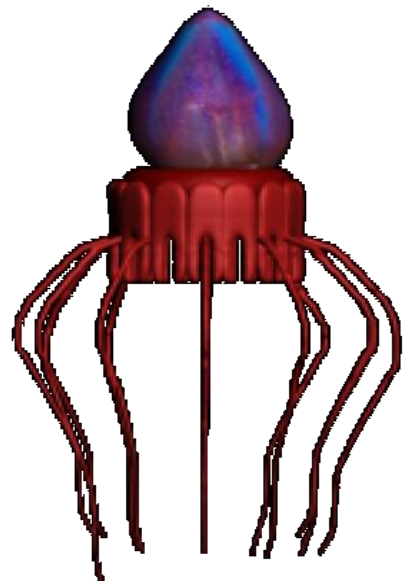
A



B

Figura 10. Modelo 3D de *Sarsia gemmifera*: A vista frontal y B vista perspectiva

Clase Scyphozoa



CLASE: SCYPHOZOA

Orden: Coronatae

Familia: Atollidae

Género: *Atolla*

Especie: *Atolla wyvillei* Haeckel, 1880

Sinonimia: *Atolla bairdii* Fewkes, 1886, *Atolla verrillii* Fewkes, 1885.

Hábitat: Oceánica

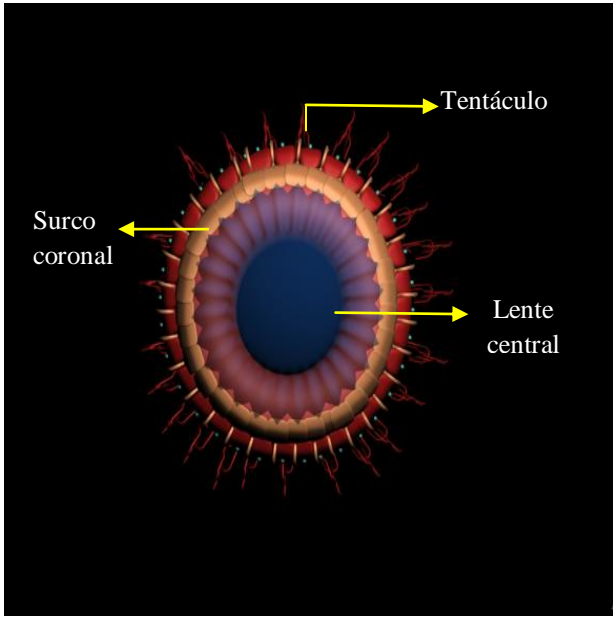
Profundidad (M): 0-1,410m

Descripción: Al pertenecer a la familia Atollidae se caracterizan por los numerosos surcos radiales (anchos y cortos) que se encuentran en el margen de la lente central de la exumbrela; el ancho de la lente central es de 29 a 33 mm; la campana es más aplanada en uno de sus hemisferios y tiene un ancho aproximado de 58 a 66 mm, pueden presentar de 16 a 32 tentáculos; encontrándose entre cada uno de ellos un par de solapas con órganos sensoriales; las pedalias son cortos y anchos y están separados sólo por un surco de anillo.

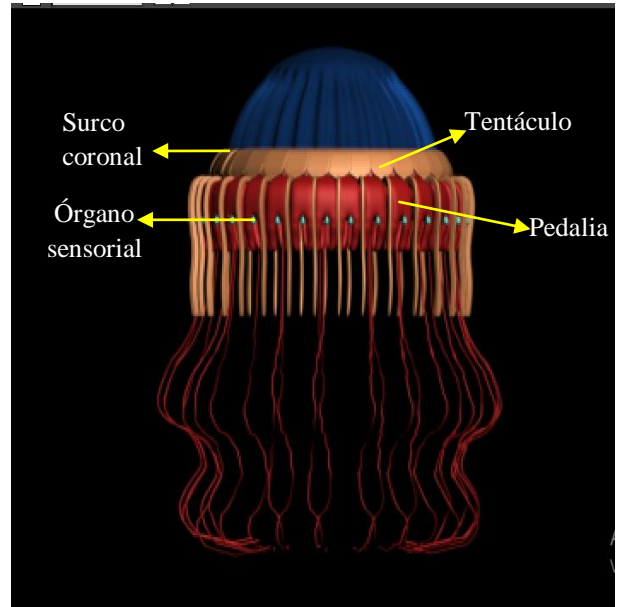
Distribución: Canadá, Golfo de México, Océano Atlántico Norte, Océano Pacífico Norte.



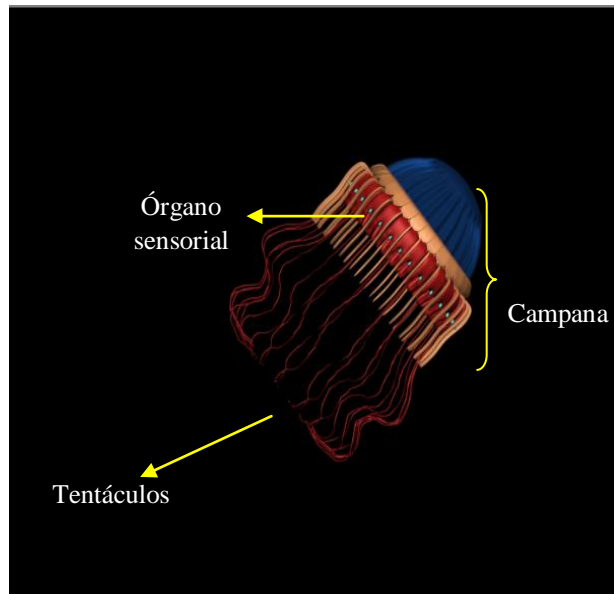
Tomado de Widder, 2012



A



B



C

Figura 11. Modelo 3D de *Atolla wyvillei*: A vista superior, B vista frontal y C vista perspectiva

Orden: Coronatae

Familia: Periphyllidae Haeckel, 1880

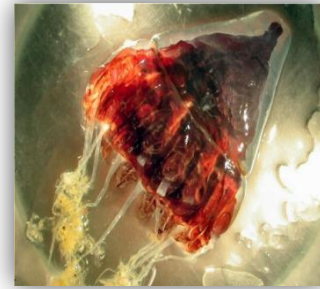
Género: *Periphylla*

Especie: *Periphylla periphylla* (Péron and Lesueur, 1810)

Hábitat: Oceánica

Profundidad (M): 0-2,900m

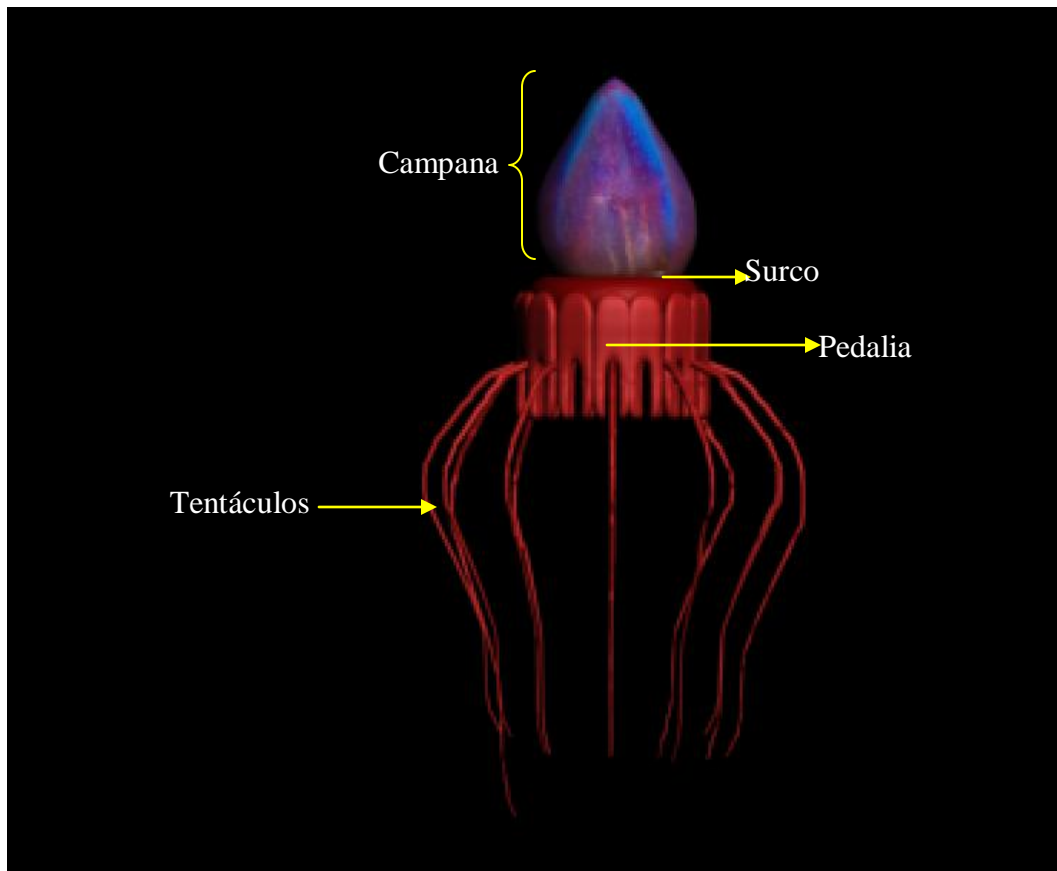
Descripción: Campana hemisférica o algunas veces cónica, con surco coronal profundo situado aproximadamente a la mitad, entre el ápice y el margen de la umbrela; con 16 pedalias gruesas, 12 de los cuales son tentaculares y 4 ropalias, músculo coronario bien desarrollado sobre la superficie subumbrelar, borde distal tiene 16 crenulaciones cuyos puntos están alineados con los septos radiales, 8 músculos deltoides bien desarrollados. 16 bordes marginales festonados con márgenes alargados y redondeados ; 12 tentáculos marginales sólidos, en 4 grupos de 3, siendo 4 perradiales y 8 adradiales, 4 órganos de los sentidos marginales interradales, cada uno consistente de ropalio con caperuza y estatocisto pero sin ocelo, 8 gónadas largas en forma de U situadas adradialmente a cada lado de los músculos deltoides perradiales, con las convexidades distales; cada gónada con pliegues horizontales dirigidos hacia el exterior. La cavidad gastrovascular) está unido interradales al ápice subumbrelar sobre 4 sepulcros gástricos triangulares alargados para formar 4 bolsillos profundos entre el manubrio y la superficie subumbrelar; ápice del estómago a menudo alargado para formar un canal estrecho; 8 phacellis, uno a lo largo de cada lado de los septos gástricos triangulares, cada uno con 140 o más filamentos gástricos simples que hacen 1.120 o más en total, extendiéndose a lo largo de los márgenes de los poros perradiales; 4 verticales que conducen de la cavidad gastrovascular al seno gastrovascular; seno gastrovascular continuo alrededor de la zona entre los bordes proximales de los poros hasta el borde proximal del músculo coronal, con la excepción de 4 interradales cortos situados un poco por encima de la ranura coronaria; el seno gastrovascular dividido distalmente por 16 septos radiales, que se extiende desde el borde proximal del músculo coronal hasta el centro de cada borde festonado marginal, para



Tomado de Galbraith, 2011

formar el sistema periférico del canal de festón de los canales tentáculos, los bordes festonados y los ropalios, manubrio con 4 amplios espesores perradiales de gelatina, que no se extienden más allá del margen de la umbrela. Su color varía de rosa pálido, naranja oscuro pero generalmente es de color rojizo profundo

Distribución: Canadá, Nueva Zelanda, Golfo de México, Océano Atlántico Norte y Océano Pacífico Norte.



A

Figura 12. Modelo 3D de *Periphylla periphylla*: A vista frontal

Orden: Semaestomeae

Familia: Pelagiidae

Género: *Chrysaora*

Especie: *Chrysaora plocamia* (Lesson, 1830)



Tomado de Quiñones, 2008

Descripción: La forma de la campana es hemisférica y puede tener un diámetro de hasta 100 cm; la superficie exumbrelar esta finamente granulada, coloración variada puede ser muy transparente-blanquecina con manchas marrón-rojizas irregulares distribuidas, completamente blanquecino o blanquecino con rayas triangulares radialmente; mesoglea flexible y más gruesa centralmente; sin ocelos; fosa sensorial exumbrelar profunda; 24 tentáculos agrupados en 8 grupos de a 3 ; presenta 8 ropalios y un diagrama a manera de una estrella de 16 puntas en la parte superior de la campana ;los bordes festonados de la campana son anchos y cuadrados, 3 por octante; musculatura no distinguible; disco braquial circular, con cuatro esquinas evidentes. pilares evidentes, delimitados por las esquinas de inserción del manubrio; los brazos orales son hasta 6 veces más largos que el diámetro umbrelar y tienen forma de V; estómago central circular, región marginal limitada por inserción de septos radiales; cavidad gastrovascular con 16 bolsas, anchas y uniformes en el centro; bolsas tentaculares agrandadas distalmente; tabique radial delgado redondeado en la base, recto hasta $\frac{1}{4}$ de margen y posteriormente toma forma de "S" y terminando cerca de la base tentacular en el borde festonado de los ropalios; filamentos gástricos en 4 campos interradales; gónadas esbozando filamentos gástricos, anillo semicircular, plegado en gran medida.

Distribución: Océano Atlántico Sur, Océano Pacífico Sur, Golfo de México

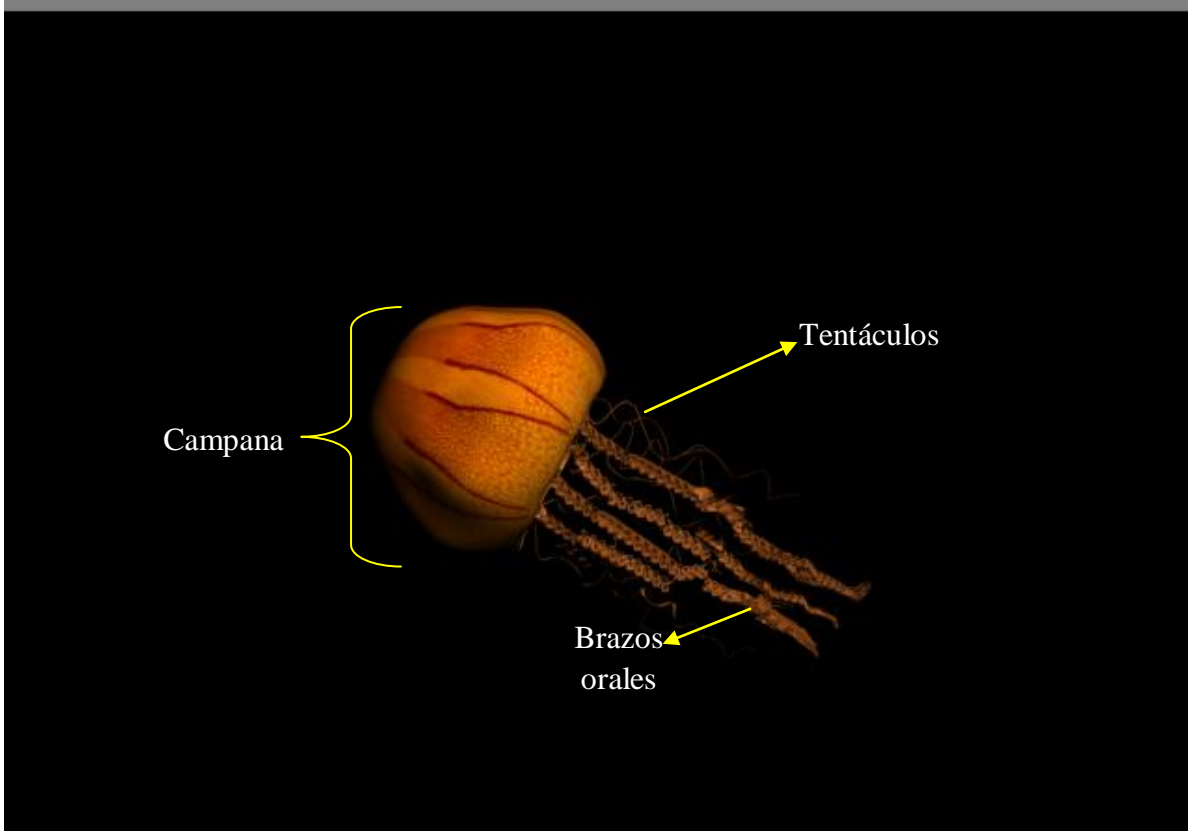


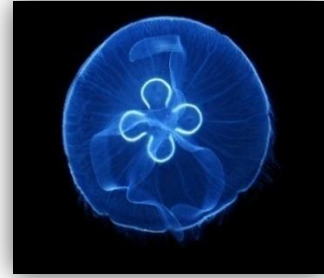
Figura 13. Modelo 3D de *Chrysaora plocamia*: A vista frontal

Orden: Semaestomeae

Familia: Ulmaridae

Género: *Aurelia*

Especie: *Aurelia aurita* (Linnaeus, 1758)



Tomado de Hillewaert, 2008

Sinonimia: *Aurelia coerulea* von Lendenfeld, 1884, *Aurelia flavidula* Peron & Lesueur.

Hábitat: Estuarina, Nerítica

Profundidad (M): 0-1,250m

Descripción: Campana cóncavo-convexa, cuya superficie convexa, la exumbrela esta aun más arriba en la posición ordinaria de natación; su contorno es aproximadamente circular, roto por 8 escotaduras. Cada una de las cuales lleva un par de delicados salientes, las ropalías marginales; entre ellas, el borde de la umbrela está rodeado por numerosos tentáculos marginales, agrupados muy juntos. Una estrecha región de la umbrela adyacente al borde, muy fina y flexible forma una estructura constituida por muescas y la orla de tentáculos marginales llamada velario (distinto al verdadero velo al contener conductos gastrodermicos). En el centro de la superficie hay una abertura de 4 lados que es la boca, situada en el extremo de un manubrio tan corto que casi no se reconoce como tal; en torno a ella hay 4 delicados y largos brazos orales, situados uno en cada ángulo de la boca y uniéndose en torno a ella. Cada brazo consta de una membrana plegada, adelgazándose progresivamente hasta su extremo más lejano, cuyos bordes están plagados de diminutos lóbulos con capsulas urticantes. Tanto los ángulos de los brazos como los ángulos de la boca coinciden con los 4 perradios (con los extremos de los 2 ejes principales del cuerpo que es simétrico radialmente); las escotaduras marginales y los ropalios son 4 perradiales y cuatro interradales.

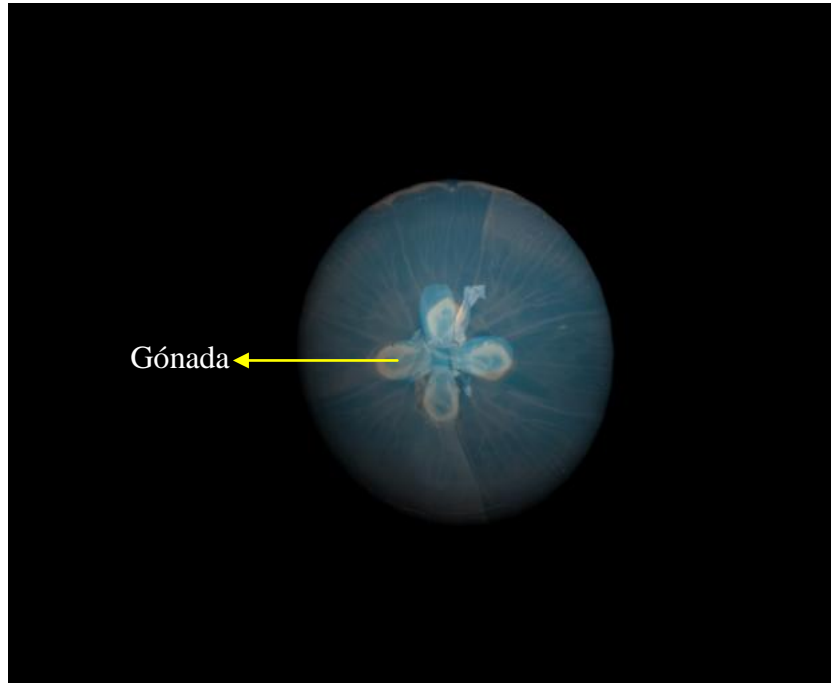
A corta distancia de cada uno de los lados rectos de la boca y por ello, en posición interradales, existe una abertura casi circular en una somera bolsa, la fosa sub- genital que se encuentra inmediatamente debajo de las patentes gónadas coloreadas (con forma de herradura).

La boca conduce a la cavidad gastrovascular por medio de un corto tubo, contenido en el manubrio. La cavidad gastrovascular que ocupa toda la región media de la umbrela, consta de 4 amplias bolsas gástricas que son interradales y se extienden casi hasta la mitad de la distancia del centro a la circunferencia y están separadas por masas columnares de mesoglea umbrelar. En la pared exterior o periférica hay 3 pequeños agujeros que conducen a muchos canales radiales que pasando por el borde de la umbrela se unen con un estrechísimo conducto circular. El conducto, que se abre en el agujero de en medio de los 3 es interradales; se divide en seguida en otros 3 y cada división se ramifica de nuevo; los conductos de los otros 2 hoyos son adradiales, pasando al conducto radial sin ramificarse. También hay una abertura en el Angulo de 2 bolsas gástricas contiguas, que lleva a un conducto perradial, el cual como el interradales, se ramifica abundantemente a lo largo de su camino hacia el borde de la umbrela.

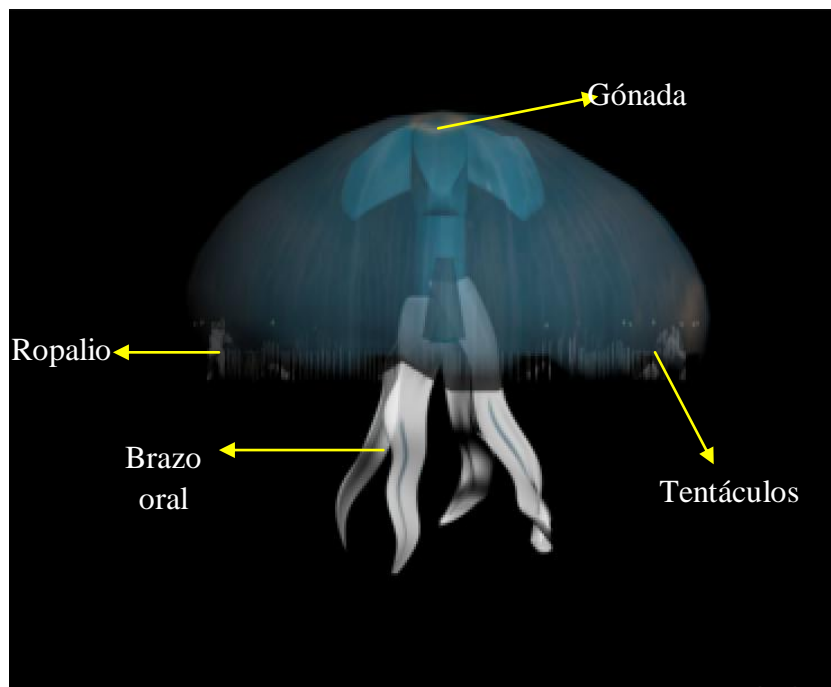
Los órganos de los sentidos se localizan en las escotaduras marginales, 4 son perradiales y 4 interradales. Cada ropalia consta de una forma peculiar de tentaculocisto (sus funciones parecen consistir en la iniciación y control de los movimientos natatorios rítmicos), que comprende a una prolongación del conducto circular, siendo de esta manera hueco, en su extremidad se encuentran unas concreciones calcáreas que derivan del endodermo y en el lado externo hay una mancha pigmentaria ectodérmica u ocelo. Los tentaculocistos quedan ampliamente cubiertos por las expansiones marginales y por un saliente en capuchón que las une.

Relacionadas con cada tentaculocisto, existen 2 depresiones, una en la ex-umbrela y otra en el interior inmediato de la macilla sensitiva: estas depresiones están recubiertas con epitelio sensorial y reciben el nombre de fosetas olfatorias.

Distribución: Canadá, Golfo de México, Océano Atlántico Norte, Mar Báltico y Nueva Zelanda.



A



B

Figura 14. Modelo 3D de *Aurelia aurita*: A vista superior, B vista frontal

Orden: Rhizostomeae

Familia: Stomolophidae

Género: *Stomolophus*

Especie: *Stomolophus meleagris* Agassiz, 1862

Hábitat: Estuarina, Nerítica

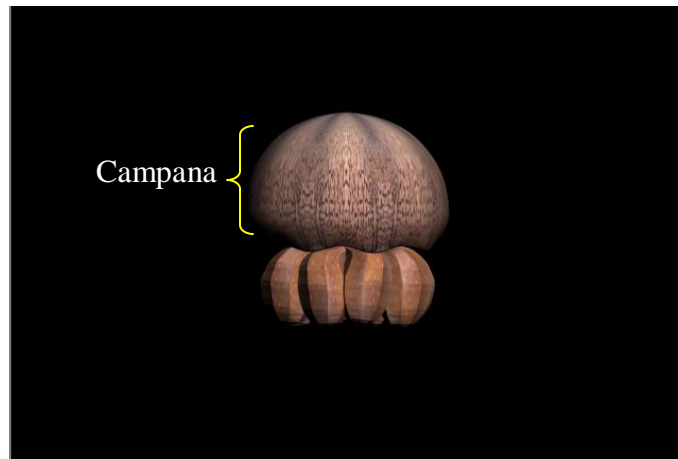
Profundidad (M): 0-200m

Descripción: Medusa Rhizostoma con escápulas. Umbrela más que hemisférica, de largo y ancho promedio $29,37 \pm 3,58$ y $41,90 \pm 1,37$ mm, respectivamente. Superficie exumbrelar lisa, mesoglea densa y rígida, a excepción del margen umbrelar. Brazos orales dicotómicos, cortos y fusionados formando un pseudo-manubrio sin filamentos y con una boca central primaria de longitud promedio $16,15 \pm 3,34$ mm, dos escápulas (16 en total) con aberturas bucales en la base de cada brazo oral, de $7,36 \pm 2,45$ mm de longitud promedio. Lóbulos marginales cortos y redondeados (20 a 25 por octante). Musculatura subumbrelar circular interrumpida en los canales radiales. Estómago central pequeño, canales radiales conectados con la red de canales anastomosados, sin canal radial. Lóbulos ropaliarios dos o tres veces más largos que los demás, ocho ropalia. Sus colores pueden variar; en las costas mexicanas del Pacífico se pueden encontrar café, azul o blanco, observándose con frecuencia estas dos últimas variedades en el Golfo de California.

Distribución: Golfo de México, Océano Atlántico Norte, Mar Mediterráneo, Océano Atlántico Sur y Océano Pacífico Norte.



Tomado de Castelo, 2012



A



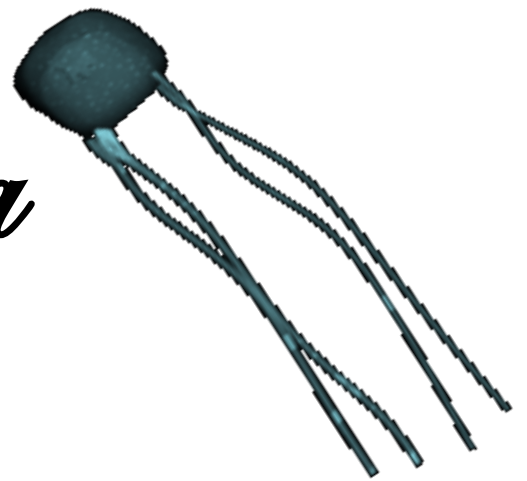
B



C

Figura 15. Modelo 3D de *Stomolophus meleagris*: A vista frontal, B vista inferior, C vista perspectiva

Clase Cubozoa



CLASE: CUBOZOA

Orden: Carybdeida

Familia: Alatinidae

Género: *Alatina*

Especie: *Alatina alata* (Reynaud, 1830)

Sinonimia: *Carybdea alata*

Hábitat: Nerítica

Profundidad (M): 0-20m

Descripción: Campana prismática, con 4 lados, estrecha y ancha en la base; cada esquina interradianal tiene una pedalia: 3 de los 4 pedales largos y anchos (aproximadamente 15 mm de ancho), cada uno con un tentáculo de aproximadamente 2 mm de diámetro, con bandas de nematocistos a lo largo de toda su longitud. Mientras que la 4ª pedalia tiene el remanente de un tentáculo (sólo varios milímetros de altura y ancho), mucho más pequeño y delgado que los otros tres. Campana transparente e incolora en vida, translúcida en especímenes fijados; exumbrela salpicada de verrugas de nematocistos. Cavidad gastrovascular poco profunda, carente de mesenterios. Manubrio corto (2-3 mm de largo), ancho y plano, boca con 4 labios curvados en las puntas. Cada una de las cuatro esquinas la cavidad gastrovascular alberga una faringe gástrica crescentrica con alrededor de 20 cirros gástricos. Un par de gónadas, con forma de hojas, flanqueando cada septo interradianal extendiéndose dentro de la cavidad gastrovascular.

Las gónadas adyacentes que se solapan en la cavidad gastrovascular, se disocian en grandes piezas después de la ruptura debido al evento de fecundación interna antes de la preservación en formalina. Los grupos de huevos que se encuentran en diversas partes del sistema gastrovascular (por ejemplo, los canales velariales y pedaleales y las bolsas gástricas). Velario ancho, suspendido por 4 soportes musculares perradiales (frenulas) que refuerzan la pared subumbrelar. Cada octante tiene 3 canales simples y de ramificación velaria (variable con cada octante), con el par flanqueando el frenillo peradial simple a



Tomado de Lewis y colaboradores, 2013

bifurcado, los que flanquean los pedales en el interadius bifurcando como dos ramas principales cada una con 3 a 4 ramas distales (hasta 7 ramas en total), con el canal velarial entre las tres ramas.

Los canales veláricos en los 2 octantes que flanquean a la pedalia no están organizados de la manera ordenada regular observada en los otros 6 octantes. Además, el velario se rasga cerca de la base de la pedalia más pequeño, haciendo difícil contar el número de ramas del canal velarial. La estructura que llamamos márgenes velarial, se encuentran en conjuntos de tres en cada octante que superponen los dos tercios proximales de cada canal velarial, cada uno de ellos con una hilera de 3 a 4 verrugas de nematocistos. Cuatro róbalas en forma de club (Fig. 2a), cada una situada justo por encima del punto donde el frenillo se conecta a la subumbrella con 2 ojos medianos, 2 ojos laterales, 2 ojos laterales y 1 estatocisto. Nicho del Ropalio con apertura en forma de T, con una sola escala superior y 2 escalas más bajas. Las verrugas de nematocistos se dispersan sobre la exumbrella entera y el ápice de la campana; Que se producen en filas que varían en número a lo largo de la quilla pedalia y las escalas de nicho ropalial.

Distribución: Golfo de California, Golfo de México y Caribe Mexicano

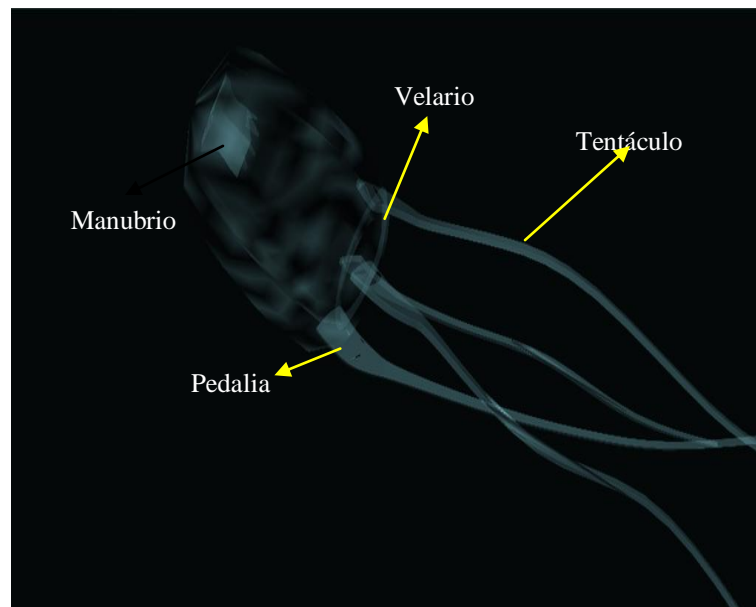


Figura 16. Modelo 3D de *Alatina alata*: A vista derecha

Orden: Carybdeida

Familia: Carybdeidae

Género: *Carybdea*

Especie: *Carybdea marsupialis* (Linnaeus, 1758)

Hábitat: Nerítica

Profundidad (M): 0-20m



Tomado de Coudre, 2009

Descripción: Campana prismática, con 4 lados, ligeramente estrecho cerca del ápice aboral y con la parte superior plana; 40 mm de alto y 30 mm de ancho a nivel de velarium; el ápice de la campana, las pedalias y las crestas interradales de la exumbrela se cubren con numerosos nematocistos ovals (ocre-amarillo); las 4 pedalias interradales miden aproximadamente 17 mm de largo y 10,5 mm en sus partes más anchas; las partes flexibles y filamentosas de los tentáculos son muy contráctiles y varían en longitud de 2 a 12 veces más largas que la altura de la campana; dichos tentáculos son huecos y regularmente están anillados con nematocistos. Los 4 ropalios perradales (miden 5 mm) y están casi cubiertos por una solapa gelatinosa, localizándose por encima del borde velar de la campana, cada ropalio tiene un par mediano de ojos largos con una lente doblemente convexa, y también 4 pequeños ocelos laterales, además de los 6 ojos hay una masa terminal grande de concreciones cristalinas ectodérmicas. Todos los ojos están dirigidos hacia dentro para mirar dentro de la cavidad de la campana, y son de estructura ectodérmica. El velarium está soportado por 4 contrafuertes en forma de soporte (frenulas) que lo unen a la Subumbrella en los radios de los ropalios. Normalmente hay 3 (ocasionalmente 4) ciegos ramificados, la terminación de los ciegos presenta vasos centrífugos en cada octante del velario.

Estos vasos se ramifican de una manera muy compleja y de forma irregular, pero no se anastomosan. La base de la cavidad gastrovascular es ancha y en forma de frasco, pero el tubo de la garganta es estrecho y la boca presenta 4 labios simples y lanceolados. El manubrio tiene una longitud de no más de un 1/3 de la cavidad de la campana. Hay grupos de 4 minúsculos cirros gástricos, uno en cada esquina interradales de la cavidad gastrovascular. Estos cirros son parecidos a cepillos y en cada agrupación surgen de 8 a 10 ramas primarias, y cada uno desprende de 2 a 3 ramas laterales, cada una de las cuales

termina en un "cepillo" de 10 a 13 filamentos. De este modo, hay 100 a 150 de estos filamentos terminales en cada grupo interrredial de cirros gástricos. Las gónadas son 8 expansiones similares a las hojas en ambos lados de los 4 septos interrrediales que no se extienden al margen velar los bordes interrrediales de la cavidad gastrovascular. Campana y ropalios son color ocre cremoso opaco, debido al color de los nematocistos que posee, los ocelos son café oscuro casi negros, mientras que las partes flexibles de los tentáculos son rosa opaco y finalmente las ramas basales de cirros gástricos son marrones.

Distribución: Golfo de México, Océano Atlántico Norte

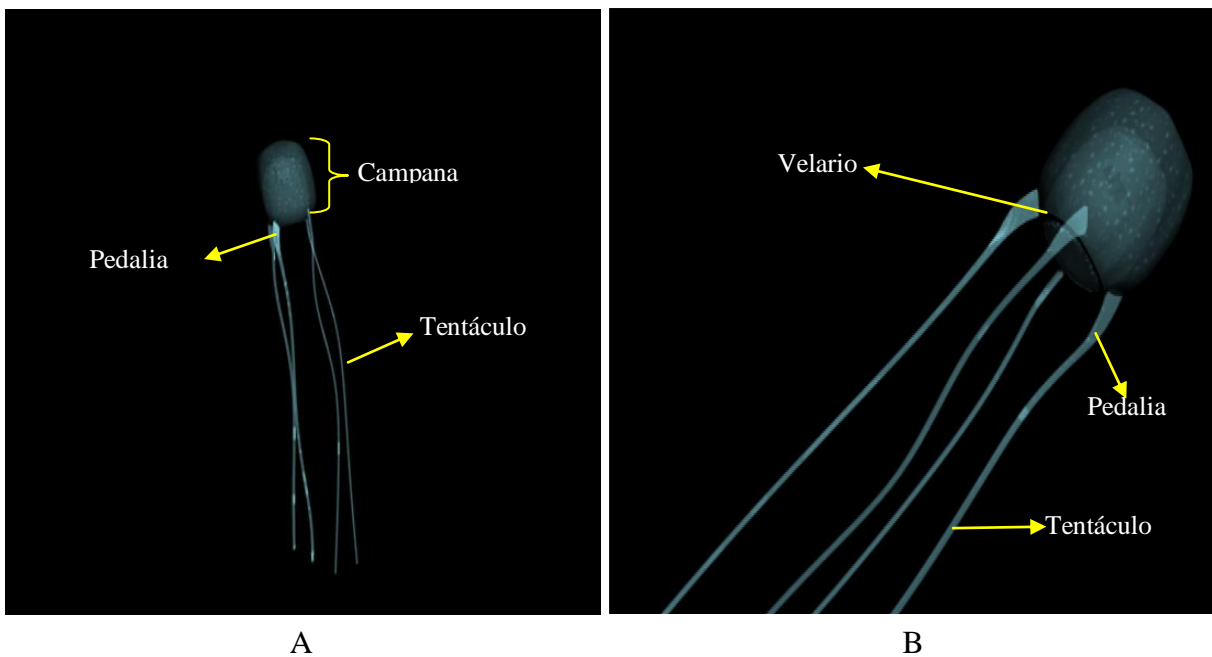


Figura 17. Modelo 3D de *Carybdea marsupialis*: A vista frontal y B vista derecha

Discusión

El desarrollo de modelos 3D de medusas en el presente trabajo representó la oportunidad de crear dos catálogos, uno impreso y uno virtual, siendo este último una innovación tecnológica al no existir ningún trabajo de este tipo para México, en el que incluya información sobre su morfología, hábitat, profundidad, distribución y que además permita la interacción de los usuarios con los modelos así como la visualización de las estructuras que las conforman. Siendo estrategias que favorecen los procesos de construcción del conocimiento científico. Lo anterior coincide con Lacueva y López, 2007 quienes señalan que la enseñanza de las ciencias requiere del uso de las TICs para favorecer en los alumnos la comprensión y acercamiento a distintos fenómenos naturales, así como el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes científicas. Convirtiéndose en una herramienta para el docente al motivar la actividad de los alumnos en el aula y su interés por el aprendizaje. Estableciendo una nueva relación entre la tecnología y la pedagogía, forjando un nuevo paradigma educativo, donde entre otros aspectos la distancia, el tiempo y la presencia no son obstáculos para participar en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Por otra parte, el estudio de las medusas al igual que otros organismos marinos presenta ciertos desafíos tecnológicos y científicos (Boxshall, 2006), encontrándose algunos ejemplos durante la investigación documental realizada en el presente trabajo. Uno de ellos fue la falta de información, a pesar de que las primeras publicaciones científicas referentes a estos organismos aparecieron hace más de cien años (Mayer, 1910 a,b,c) su estudio sigue presentando varios problemas. Las medusas son lamentablemente frágiles y difíciles de muestrear y conservar (Richardson y colaboradores, 2009), dicha dificultad aumenta dependiendo de la zona marítima en la que se encuentren, Gasca y Loman en 2014 mencionan que la mayor cantidad de medusas hasta ahora conocidas para México se encuentran a profundidades de 0-200m (principalmente de la Clase Hydrozoa), coincidiendo con Segura-Puertas y colaboradores en 2003, ellos indican que la mayoría de las especies registradas son formas costeras-neríticas y relativamente pocas especies son verdaderamente oceánicas o estuarinas, lo cual está posiblemente relacionado con un mayor esfuerzo de muestreo en las zonas costeras y de estanterías en comparación con las otras zonas, además hacen hincapié en el estudio de las regiones mesopelágicas, batipelágicas y abisales al ser entornos muy diversos para diferentes taxones de

zooplancton, no siendo las medusas una excepción, esperando de tal forma el surgimiento de nuevos registros a partir de muestreos llevados a cabo en aguas profundas de los mares mexicanos, ejemplo de lo anterior es la medusa *Tiburonia granrojo* encontrada en el cañon submarino de Monterrey, frente a las costas de California a una profundidad de 645 metros (Boxshall,2006). Sin embargo el estudio de la diversidad biológica en las zonas mas profundas como lo es el fondo oceánico (a más de 1.000 m de profundidad) permanece prácticamente sin prosperar, debido a las limitaciones técnicas y económicas (Boxshall, 2006).

Como ya se había mencionado, las medusas son organismos planctónicos sumamente frágiles, lo cual ha generado muchas dificultades al momento de ser colectadas mediante las metodologías tradicionales de muestreo (redes de plancton) por lo tanto, pasaron desapercibidas durante muchos años (Schiariti,2009), de hecho, Morandini y colaboradores, 2004 y Giangrande y colaboradores, 1994 mencionan que al no conocerse las historias de vida de la mayoría de estos organismos es decir, su ciclo de vida, forma de alimentarse, el número de veces que se reproduce, tasas de natalidad y mortalidad entre otros aspectos, se desconoce el rol que juegan en el ecosistema por lo que se incluyen dentro del lado oscuro de la ecología (Benovic y Bender ,1987) ; cabe mencionar que con el avance de la tecnología en las últimas décadas se tuvo un mejor conocimiento de la biodiversidad y abundancia de las medusas que estos autores denominan plancton gelatinoso, al irse incorporando nuevas técnicas y métodos de muestreo tales como el buceo, filmación y la acústica (Haddock, 2004).

Otro de los problemas técnicos es la falta de sumergibles equipados para extraer muestras a profundidades superiores a los 2,000 metros (Boxshall, 2006). Conjuntamente resulta muy difícil manejar con precisión maquinaria, redes y vehículos a mayores profundidades, y el tiempo requerido para cada inmersión o lance de pesca es muy elevado, por ejemplo, el descenso de una draga a 4.000m de profundidad supone una inversión en tiempo, de dos horas, y otras dos su izamiento.

En cuanto a las limitaciones económicas se puede decir que el precio cobrado por usar un buque oceanográfico capacitado para operar a bajas profundidades es muy elevado, muestra de ello es el buque alemán Polarstern el cual gasta alrededor de 50.000 euros/día (Jaume y Duarte, 2006).

Una dificultad derivada de la falta de información, es la distribución poco uniforme del conocimiento que se tiene acerca de los medusozoos en el mundo, cabe destacar que en los mares mexicanos existen importantes zonas de las que no se tiene información (Hernández, s/a) o esta es escasa, tal es el caso del Océano Pacífico Tropical Oriental ya que los trabajos publicados para esta zona son pocos y esporádicos (Gasca y Loman, 2014; Muñoz, 2015; Hernández, s/a; Meléndez, 2015), además no se tiene ningún trabajo virtual registrado para las fases bentónicas, contando únicamente con un par de investigaciones referentes a la fase planctónica (Hernández, s/a); de tal forma que se reporta esta región como la que presenta menor riqueza de medusas, por lo tanto, se sugiere en diversos artículos el realizar más trabajos en dicha zona (Gasca y Loman, 2014; Muñoz, 2015 y Meléndez, 2015).

Casos opuestos son el Golfo de México y el Caribe Mexicano puesto que en ellos se registra la mayor riqueza de estos organismos, debido a que estas zonas han sido estudiadas ampliamente la fauna a profundidades de los 0 a los 200m, además, la plataforma continental en esta área, goza de la mayor amplitud en comparación con regiones como la Península de Baja California, Golfo de California y el Pacífico Tropical Mexicano (Meléndez, 2015) permitiendo el asentamiento exitoso de las colonias bentónicas de pólipos (Lara-Lara y colaboradores 2009). Es importante mencionar que más del 80% de los estudios realizados para medusas son exclusivamente listados faunísticos geográficamente localizados (Gasca, 2002; Segura - Puertas y colaboradores, 2003), dejando grandes extensiones marítimas sin explorar.

A lo anterior se suman los registros particulares de una sola especie, estos casos están dados por la presencia puntual de una especie en un área restringida (Hernández, s/a y Muñoz, 2015 como es el caso de *Tiburonia granrojo*, de la cual hasta el momento, solo se ha capturado un ejemplar (Boxshall, 2006). O bien, los estudios que se realizan se enfocan en alguna especie en específico (Muñoz, 2015) particularmente en aquellas que se logra

obtener algún interés comercial. López -Martínez y Álvarez-Tello en 2013, destacan que solamente las medusas pertenecientes al orden Rhizostomeae son cosechadas para utilizarlas como alimento al ser más grandes y al tener el cuerpo más rígido que otras especies, un ejemplo de ello es la medusa bala de cañón *Stomolophus meleagris*, de la cual se han realizado muchas investigaciones para conocer más sobre las áreas de asentamiento de los pólipos, los sitios y la estacionalidad de sus blooms o floraciones, su biología reproductiva, crecimiento, mortalidad, reclutamiento, así como la relación que tiene con el medio ambiente, permitiendo determinar su uso potencial en el país al ser la única medusa que se utiliza comercialmente. En cambio, la información para otras especies es considerablemente menor. Como puede observarse, la información actual de las medusas presentes en aguas mexicanas se encuentra fraccionada, por lo tanto, se han realizado varios intentos para construir inventarios faunísticos a partir del análisis de literatura publicada y no publicada generada en las Costas de México, una de ellas fue el checklist de Segura-Puertas y colaboradores, 2003, en el se presenta una lista de 169 especies de medusas repartidas en 45 familias, siendo la superclase Hydrozoa, la más diversa, estando representada por 151 especies (89%), la Scyphozoa por 16 especies (9,5%) y los Cubozoa por 3 (1,8%).

Mientras que Gasca y Loman-Ramos en 2014, señalan la presencia de 289 especies y pertenecen las clases Cubozoa (2 familias, 3 especies), Scyphozoa (7 familias, 20 especies) y a la superclase Hydrozoa (52 familias y 266 especies) de los cuales 106 especies pertenecen a la subclase Siphonophorae, difiriendo significativamente con el listado sistemático presentado por Meléndez en 2015 en el que se recopilaron 703 nombres de especies, perteneciendo 670 de ellas a la Clase Hydrozoa, 27 a la Scyphozoa, 2 a la Staurozoa y únicamente 4 a la Cubozoa mejorando los trabajos previamente mencionados, ya que la riqueza reconocida aumento más del 100%.

Meléndez (2015) señala que estas diferencias entre inventarios se debe a la falta de uniformidad en la taxonomía del grupo y menciona que en su tesis se recabo información de bases de datos provenientes de colecciones biológicas depositadas en museos, así como revisiones exhaustivas de artículos científicos, libros y reportes de proyectos, logrando

obtener un mayor número de especies registradas. Por lo anterior, el catalogo virtual creado en el presente trabajo representa una buena opción para promover la información disponible para medusas al ser el primer catalogo virtual con el que se cuenta para el país.

Respetando el propósito de la elaboración del catalogo es decir, fortalecer el conocimiento de las personas sobre las medusas y a su vez promover su investigación en un futuro, el diseño de cada uno de los modelos 3D tuvo un alto grado de complejidad al construirse lo más allegado a la realidad, para ello se hizo uso de descripciones morfológicas, imágenes y esquemas obtenidos de la búsqueda de bibliografía especializada, así como la revisión de muestras preservadas en etanol al 70% (únicamente para la sp. *Aurelia aurita*) presentes en el laboratorio de Zoología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.

Con relación a las imágenes o esquemas de medusas provenientes de los diversos medios en los que se realizó la búsqueda especializada, se observó que estas son escasas, y en ocasiones al comparar la imagen de cierta especie contra imágenes de la misma se hacían visibles varias diferencias en su morfología, tal fue el caso de las Hydromedusas *Bougainvillia muscus*, *Leuckartiara octona*, *Pandea cónica* y *Larsonia pterophylla*, dichas diferencias pueden deberse a diferentes factores, uno de ellos es que por lo general en la literatura, solo suele mostrarse una imagen del organismo sin especificar en qué etapa de su vida se encuentra (en este caso medusa joven o medusa madura), por lo tanto, para la mayoría de Hydromedusas se tomó como referencia el trabajo de Schuchert, 2007 en el que considera la fase pólipo, medusa joven y medusa adulta. También se suma el hecho de que algunas estructuras morfológicas en las imágenes pueden llegar a observarse de manera distinta a como son en realidad o en algunos no son visibles, posiblemente sea por la calidad de la fotografía, el tamaño del organismo (la mayoría de hidromedusas únicamente miden milímetros) o simplemente porque la medusa de la cual se obtuvo pudo haber perdido dichas estructuras con anterioridad.

Para ejemplificar lo anterior, se muestra el caso de *Bougainvillia muscus*, esta especie se caracteriza por tener de 2 a 6 tentáculos largos por bulbo, los cuales no son visibles en la primera imagen obtenida de Andrade, 2010, sin embargo en el esquema de Schuchert, 2007 si se aprecian, aunque estructuras como los bulbos y ocelos no, por lo tanto, para la construcción del modelo 3D se tomaron en cuenta ambas (mas la descripciones morfológicas obtenidas ver Anexo) logrando una mayor aproximación al organismo.

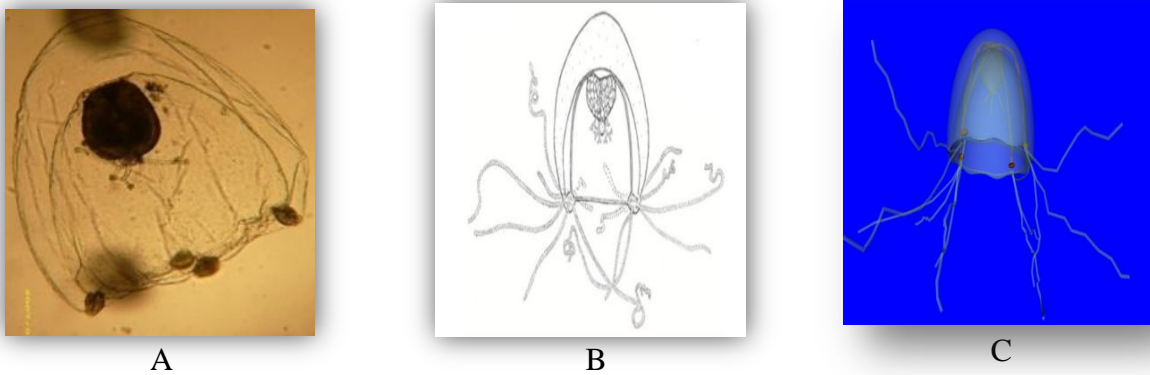


Figura 18 *Bougainvillia muscus*: tomada de Andrade, 2010, B esquema tomado de Schuchert, 2007 y C Modelo 3D creado en el presente trabajo

De igual forma, es importante mencionar que los organismos al ser fotografiados en un momento determinado, únicamente capturan un instante de su vida observándose solo un momento de una acción determinada, por ejemplo el desplazarse, por lo tanto, se pueden observar variaciones entre las imágenes o esquemas.

Además, las imágenes o esquemas solamente suelen presentar al organismo en una sola vista, es decir, de manera oral o aboral sin tomar en cuenta las demás vistas a diferencia de los modelos presentados en el catalogo, con los cuales como se menciono anteriormente el usuario puede interactuar logrando una mejor y más completa visualización del organismo.

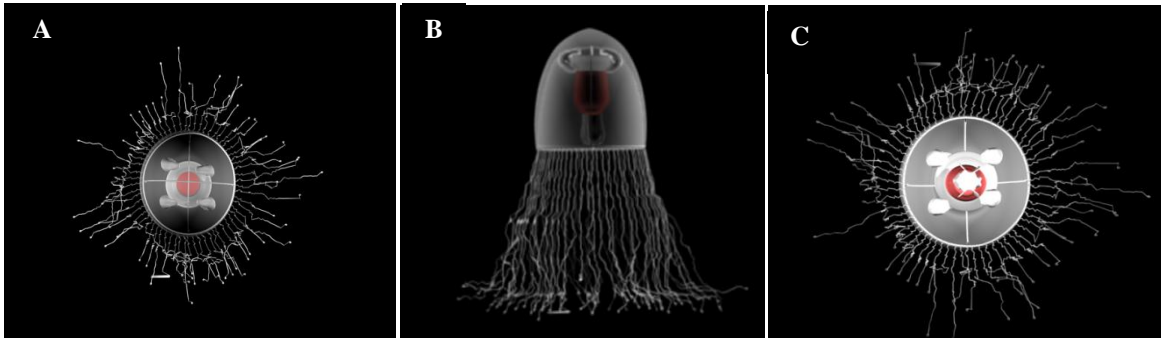


Figura 19. Modelos 3D de *Turritopsis nutricolaz* A visto de manera aboral, vista frontal y C vista oralmente.

Mientras que con la revisión de las muestras en el laboratorio se logro constatar que estos organismos son sumamente frágiles, por lo que con una mala o excesiva manipulación pueden llegar a romperse o pueden sufrir daños en algunas estructuras, recordando que al pertenecer a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, fungen como material de apoyo para docentes y alumnos por lo que varias de las muestras se encontraban dañadas. Otro aspecto a considerar al momento de trabajar con organismos fijados es que en algunos casos se llega a modificar su morfología, Mianzan y colaboradores en 2005 mencionan que el utilizar conservantes comunes, como el formol, genera que las medusas se contraigan, cambien su coloración natural, se fragmenten o bien se desfiguren, por lo tanto, de observarse un ejemplar fijado no se podrían contemplar algunas de las estructuras que las componen cómo realmente son, tal fue el caso de *Pandea cónica*, en el esquema de Schuchert, 2007 se puede observar como son los tentáculos naturalmente, mientras que en la imagen obtenida de Andrade, 2010 se muestran enroscados al fijarlos en formalina al 4%, cabe mencionar que ambos fueron tomados en cuenta para la elaboración del modelo 3D.



Figura 20. *Pandea cónica*: A esquema obtenido Schuchert, 2007, B obtenido Andrade, 2010 y C modelo 3D construido en la presente tesis

De utilizarse los modelos 3D de medusas propuestos en la presente tesis, se podría hacer uso de ellos durante más tiempo por un número mayor de estudiantes y al estar contruidos lo más cercano a la realidad podrá servir en un futuro lejano para la determinación de especies.

En cuanto a las descripciones morfológicas recabadas de la literatura esta es igualmente escasa y obsoleta por lo que la información presentada para cada especie fue revisada en diversas fuentes. Durante la construcción del catalogo otro de los problemas que se encontró fue la presencia de sinonimias; Gershwin y Collins, 2002 mencionan al respecto que la identificaron precisa de las medusas es difícil por dos aspectos, el primero es la falta de normalización en el análisis de los caracteres entre la comunidad científica y el segundo, es la identificación insuficiente de medusas descritas en diferentes zonas geográficas (como anteriormente se menciona), por lo que algunas especies han sido descritas en todo el mundo (quizás por error) mientras que otras han sido reescritas varias veces dando como resultado que la historia taxonómica y la situación actual de las especies de es un desafío para trabajar (Gershwin y Collins, 2002). Entre las especies que presentaron mayor sinonimia se encuentra *Leuckartiara octona*, *Bougainvillia muscus*, *Cladonema radiatum* y *Pandea cónica*, perteneciendo todas a la clase Hydrozoa; Bouillon y Boero, 2000 mencionan que esta clase es considerada como la más complicada para la identificación taxonómica de las especies que la constituyen.

La especie que tuvo mayor variación en su nomenclatura es *Stomotoca pterophylla*, cuyo nombre aparece en el listado de Segura-Puertas y colaboradores en 2003 y en el trabajo de Meléndez, 2015 sin embargo no es aceptado para WoRMS (Registro Mundial de Especies Marinas), en su lugar la presenta como *Larsonia pterophylla* y como sinónimo a *Stomotoca divisa*. En el caso de *Turritopsis nutricula* se observo un problema de nomenclatura, puesto que Segura-Puertas y colaboradores (2003) la clasifican dentro de la familia Clavidae mientras que Meléndez (2015) y WoRMS indican su pertenencia dentro de la familia Oceanidae. Por último, es importante mencionar que a pesar de que el diseño de cada uno de los modelos 3D fue construido lo más apegado a la realidad, estos podrán ser modificados y mejorados, de encontrarse nueva información bibliográfica que los pudiese complementar.

Conclusiones

- De las 703 especies registradas para México se elaboraron 17 modelos 3D, pertenecientes a 11 familias (12.08 %) y 16 géneros (6.17%), siendo 10 de ellas Hydromedusas, 5 Scyphomedusas y 2 Cubomedusas.
- Se inicio la construcción de dos catálogos, uno impreso y otro virtual, siendo este ultimo una innovación tecnológica al no existir ningún trabajo de este tipo para México, además en un futuro se encontrara disponible para el área de Zoología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.
- La búsqueda de información así como de imágenes y esquemas represento todo un reto, debido a los desafíos tecnológicos y científicos antes mencionados, sin embargo el presente trabajo representa una excelente opción para recabar y promover la información disponible sobre medusas de México.
- Cada modelo 3D se construyo lo mas allegado a la realidad, sin embargo podrán ser modificados y mejorados, de encontrarse nueva información bibliográfica que los pudiese complementar.

Anexo

CLASE: HYDROZOA

***Bougainvillia muscus* (Van Beneden, 1844)**

- Andrade, R.E, C. (2010). Sistemática y Ecología de las medusas (Cnidaria: Hydrozoa) en la zona costera sur de la Bahía de Santa Elena durante el periodo (octubre 2004 a octubre 2005). Tesis de Grado para obtener el Título de magister en Ciencias con énfasis en Manejo Sustentable de Recursos Bioacuáticos y el Medio ambiente. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Naturales 1-219p
- Schuchert, P. (2006). The European athecate hydroid and their medusae (Hydrozoa, Cnidaria): Capitata Part 1. *Revue Suisse de Zoologie* 113 (2): 199-205.
- **WoRMS Editorial Board** (2018). World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2018-02-28. doi:10.14284/170

***Turritopsis nutricula*, (McCrary, 1857)**

- Gasca, R.S y Loman, L.R.(2014). Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Rev Mex de Bio, Supl.* 85. pp 155-163.
- Meléndez, R, R. N. (2015). Listado Sistemático y Distribución de las especies de medusas (cnidaria: Medusozoa) en costas mexicanas). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma De Baja California Sur. 1-144p
- Schuchert, P.(2006). The European athecate hydroid and their medusae (Hydrozoa, Cnidaria): Capitata Part 1. *Revue Suisse de Zoologie* 113 (2): 30-35.
- Schuchert, P. (2010). *Turritopsis nutricula*, (McCrary, 1857).(Imagen).Recuperado de <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&pic=46636&tid=117440>
- **WoRMS Editorial Board** (2018). World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2018-02-28. doi:10.14284/170

***Amphinema australis* (Mayer, 1900)**

- Gasca, R.S y Loman, L.R.(2014). Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Rev Mex de Bio, Supl.* 85. pp 155-163.
- Mayer, A. G. (1900b). Some medusae from the Tortugas, Florida. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology of Harvard. 37: 13-82, pls 1-44., available online at <http://www.biodiversitylibrary.org/item/25309#page/53/mode/1up>
page(s): 32
- Schuchert, P. (2007). The European athecate hydroid and their medusae (Hydrozoa, Cnidaria): Capitata Part II. *Revue Suisse de Zoologie* 114 (2): 195-396.
- **WoRMS Editorial Board** (2018). World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2018-02-28. doi:10.14284/170

***Amphinema rugosum* (Mayer, 1900)**

- Gasca, R.S y Loman, L.R.(2014). Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Rev Mex de Bio, Supl.* 85. pp 155-163.
- Schuchert, P. (2006). The European athecate hydroid and their medusae (Hydrozoa, Cnidaria): Filifera Part 2. *Revue Suisse de Zoologie* 114 (2): 309-312.
- **WoRMS Editorial Board** (2018). World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2018-02-28. doi:10.14284/170

***Leuckartiara octona* (Fleming, 1823)**

- Gasca, R.S y Loman, L.R. (2014). Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Rev Mex de Bio, Supl.* 85. pp 155-163.
- Schuchert, P. (2006). The European athecate hydroid and their medusae (Hydrozoa, Cnidaria): Filifera Part 2. *Revue Suisse de Zoologie* 114 (2): 195-396.
- **WoRMS Editorial Board** (2018). World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2018-02-28. doi:10.14284/170

***Pandea cónica* (Quoy & Gaimard, 1827)**

- Gasca, R.S y Loman, L.R.(2014). Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Rev Mex de Bio, Supl.* 85. pp 155-163.
- Schuchert, P. (2006). The European athecate hydroid and their medusae (Hydrozoa, Cnidaria): Filifera Part 2. *Revue Suisse de Zoologie* 114 (2): 195-396.
- **WoRMS Editorial Board** (2018). World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2018-02-28. doi:10.14284/170

***Stomotoca atra* (L. Agassiz, 1862)**

- Gasca, R.S y Loman, L.R.(2014). Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Rev Mex de Bio, Supl.* 85. pp 155-163.
- Mayer AG. 1910a. Medusae of theWorld. The Hydromedusae Vol. I. Washington, D.C. 111 p.
- Schuchert,P.(2010).*Stomotoca atra* .(Imagen).Recuperado <http://marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=221202&pic=70806>
- **WoRMS Editorial Board** (2018). World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2018-02-28. doi:10.14284/170

***Larsonia pterophylla* (Haeckel, 1879)**

- Galil, B. (2012). A new record of a pandeid medusa from Eilat. (Imagen). Recuperado de <http://www.ocean.org.il/MainPageEng.asp>
- Gasca, R.S y Loman, L.R.(2014). Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Rev Mex de Bio, Supl.* 85. pp 155-163.
- Mayer AG. 1910a. Medusae of theWorld. The Hydromedusae Vol. I. Washington, D.C. 113-114 p.
- **WoRMS Editorial Board** (2018). World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2018-02-28. doi:10.14284/170

***Cladonema radiatum* Dujardin, 1843**

- Gasca, R.S y Loman, L.R.(2014). Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Rev Mex de Bio, Supl.* 85. pp 155-163.
- Schuchert, P. (2006). The European athecate hydroid and their medusae (Hydrozoa, Cnidaria): Capitata Part 1. *Revue Suisse de Zoologie* 113 (2): 325-410.
- Schuchert, P. (2013). *Cladonema radiatum* Dujardin, 1843.(Imagen).Recuperado de <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=117425&pic=73518>
- **WoRMS Editorial Board** (2018). World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2018-02-28. doi:10.14284/170

***Sarsia gemmifera* Forbes, 1848**

- Gasca, R.S y Loman, L.R.(2014). Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Rev Mex de Bio, Supl.* 85. pp 155-163.
- Mayer AG. 1910a. Medusae of theWorld. TheHydromedusae Vol. I. Washington, D.C. 47-50 p.
- **WoRMS Editorial Board** (2018). World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2018-02-28. doi:10.14284/170

CLASE SCYPHOZOA

Atolla wyvillei Haeckel, 1880

- Gasca, R.S y Loman, L.R.(2014). Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Rev Mex de Bio, Supl.* 85. pp 155-163.
- Mayer AG. 1910c. Medusae of the World. The Scyphomedusae Vol. III. Washington, D. C. 560-567p.
- Widder, E. (2012). *Atolla wyvillei*. (Imagen).Recuperado de <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=135282&pic=64172>
- **WoRMS Editorial Board** (2018). World Register of Marine Species. Available from [http://www](http://www.marinespecies.org)
- Ww.marinespecies.org at VLIZ. Accessed 2018-02-28. doi:10.14284/170

Periphylla periphylla Péron and Lesueur, 1810

- Gasca, R.S y Loman, L.R. (2014). Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Rev Mex de Bio, Supl.* 85. pp 155-163.
- Galbraith. M. (2011). *Periphylla periphylla*. (Imagen).Recuperado de <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=135294&pic=38282>
- Russel, F, S. The Medusae of the British Isles.1970. Cambridge University. 60-69p
- **WoRMS Editorial Board** (2018). World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2018-02-28. doi:10.14284/170

Chrysaora plocamia (Lesson, 1830)

- Gasca, R.S y Loman, L.R. (2014). Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Rev Mex de Bio, Supl.* 85. pp 155-163.
- Quiñones-Dávila, J. (2008). *Chrysaora plocamia* lesson, 1830 (cnidaria, scyphozoa), frente a Pisco, Perú. Informe Instituto del mar Perú. 35. 221-230.
- Morandini, A. C., y Marques, A. C. (2010). Revision of the genus *Chrysaora* Péron y Lesueur, 1810 (Cnidaria: Scyphozoa). *Zootaxa*, 2464, 1-97.

- **WoRMS Editorial Board** (2018). World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2018-02-28. doi:10.14284/170

***Aurelia aurita* (Linnaeus, 1758)**

- Gasca, R.S y Loman, L.R.(2014). Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Rev Mex de Bio, Supl.* 85. pp 155-163.
- Hillewaert, H. (2008). *Aurelia aurita*. Recuperado de <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=135306&pic=17524>
- **WoRMS Editorial Board** (2018). World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2018-02-28. doi:10.14284/170

***Stomolophus meleagris* Agassiz, 1862**

- Castelo, B, B, B. (2012). “Efecto de la Temperatura en el metabolismo respiratorio en la fase pólipo de la medusa bola de cañón *Stomolophus Meleagris* L. AGASSIZ, 1890 (SCYPHOZOA, RHIZOSTOMIDA)”. Tesis de Licenciatura. Universidad Autonoma de Baja California Sur. 2-58p.
- Cedeño-Posso, Cristina & Suárez-Mozo, Nancy & Castaño-Gómez, José. (2016). La medusa bala de cañón (*Stomolophus meleagris*) en Colombia, revisión de su distribución y primer reporte en el océano Pacífico. *Revista Biodiversidad Neotropical.* 6. 221-226. 10.18636/bioneotropical.v6i2.240
- Gasca, R.S y Loman, L.R.(2014). Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Rev Mex de Bio, Supl.* 85. pp 155-163.
- **WoRMS Editorial Board** (2018). World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2018-02-28. doi:10.14284/170

CLASE CUBOZOA

Alatina alata (Reynaud, 1830)

- Gasca, R.S y Loman, L.R.(2014). Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Rev Mex de Bio, Supl.* 85. pp 155-163.
- Lewis, C., Bentlage, B., Yanagihara, A., Gillan, W., Blerk, J., Keil, D., Bely, A., y Collins, A. (2013).Redescription of *Alatina alata* (Reynaud, 1830) (Cnidaria: Cubozoa) from Bonaire, Dutch Caribbean. *Zootaxa*, 3737(4), 473–487.Recuperado en 08 de agosto de 2017,<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3737.4.8>
- **WoRMS Editorial Board** (2018). World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2018-02-28. doi:10.14284/170

Carybdea marsupialis (Linnaeus, 1758)

- Coudre, C. (2009). *Carybdea marsupialis*. (Imagen).Recuperado de<http://www.sealifebase.org/summary/Carybdea-marsupialis.html>
- Gasca, R.S y Loman, L.R.(2014). Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Rev Mex de Bio, Supl.* 85. pp 155-163.
- Mayer AG. 1910c. Medusae of theWorld. TheScyphomedusae Vol. III. Washington, D. C. 499-735p.
- **WoRMS Editorial Board** (2018). World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2018-02-28. doi:10.14284/170

Literatura citada

- Álvarez-Tello, F; López-Martínez, J, y Rodríguez-Romero, J. (2013). Primer registro de la asociación entre *Stomolophus meleagris* (Cnidaria: Scyphozoa: Rhizostomeae) y *Conchoderma cfvirgatum* (Crustacea: Cirripedia: Thoracica) en el Golfo de California. *Hidrobiológica*, 23(1), 138-142. Recuperado en 01 de junio de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018888972013000100015&lng=es&tlng=es.
- Andrade, R.E, C.2010. Sistemática y Ecología de las medusas (Cnidaria: Hydrozoa) en la zona costera sur de la Bahía de Santa Elena durante el periodo (octubre 2004 a octubre 2005). Tesis de Grado para obtener el Título de magister en Ciencias con énfasis en Manejo Sustentable de Recursos Bioacuáticos y el Medio ambiente. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Naturales 1-219p
- Ayed, Y., Dellai, A., Mansour, H. B., Bacha, H., y Abid, S. (2012). Analgesic and antibutyrylcholinestasic activities of the venom prepared from the Mediterranean jellyfish *Pelagia noctiluca* (Forsskal, 1775). *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 11, 15. Recuperado en 01 de junio de 2017, de <http://doi.org/10.1186/1476-0711-11-15>
- Balamurugan, E., Reddy, BV y Menon, VP. (2010). “Antitumor and antioxidant role of *Chrysaora quinquecirrha* (sea nettle) nematocyst venom peptide against ehrlich ascites carcinoma in Swiss Albino mice”, *Molecular and Cellular Biochemistry* 338: 69-76. Recuperado en 01 de junio de 2017, de <https://doi.org/10.1007/s11010-009-0339-3>
- Bayazit, V. (2004). “Cytotoxic effects of some animal and vegetable extracts and some chemicals on adenohipophyse carcinoma, kidney adenocarcinoma and skin carcinoma cells”, *Journal of Medical Science* 4, 1-10
- Benovic, A, Justic, D y Bender, A (1987) Enigmatic changes in the hydromedusan fauna of the northern Adriatic Sea. *Nature* 326: 597 – 600
- BotRejectsInc. 2007. Cronodon. [Web page]. <http://cronodon.com/index.html>
- Bouillon J y F Boero. 2000. The Hydrozoa: A new classification in the light of old knowledge. Phylogeny and Classification of Hydroidomedusae. *Thalassia Salentina*. 24: 1-45.

- Boxshall, G. A. (2006). Cap 4 La vida en suspensión: el plancton. La exploración de la biodiversidad marina: Desafíos científicos y tecnológicos (pp 93-117). España. Edición Fundación BBVA
- Bustos, S. A, y Coll, S. (2010). Los entornos virtuales como espacios de enseñanza y aprendizaje. Una perspectiva psicoeducativa para su caracterización y análisis. *Revista mexicana de investigación educativa*, 15(44), 163-184. Recuperado en 01 de junio de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662010000100009&lng=es&tlng=es.
- Castelo, B.B. 2012. “Efecto de la Temperatura en el metabolismo respiratorio en la fase pólipo de la medusa bola de cañón *STOMOLOPHUS MELEAGRIS* L. AGASSIZ, 1890 (SCYPHOZOA, RHIZOSTOMIDA)”. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 2-58p.
- Cedeño-Posso, C; Suárez-Mozo, N y Castaño-Gómez, J. (2016). La medusa bala de cañón (*Stomolophus meleagris*) en Colombia, revisión de su distribución y primer reporte en el océano Pacífico. *Revista Biodiversidad Neotropical*. 6. 221-226. 10.18636/bioneotropical.v6i2.240.
- Coudre, C. (2009). *Carybdea marsupialis*. (Imagen). Recuperado de <http://www.sealifebase.org/summary/Carybdea-marsupialis.html>.
- Cruz, M. A. 2003. Desarrollo de Mundos Virtuales en el Área de Mas Sobre Ciencia del Museo Virtual 3D el Rehilete. Tesina de Licenciatura. pp. 5-11
- Dinley, J., Hawkins, L.; Paterson, G., Ball, A.D., Sinclair, I., Sinnett-Jones, P. and Lanham, S. (2010). Micro-computed X-ray tomography: a new non-destructive method of assessing sectional, fly-through and 3D imaging of a soft-bodied marine worm. *Journal of Microscopy*, 238: 123–133. doi:10.1111/j.1365-2818.2009.03335.x.
- Fraser. J.H. 1969. Experimental feeding of some medusae and chaetognatha. *Fish. Res. Biol. Can.* 26:1743-1762.
- Fuentes, M, F. 2007. Recrean alumnos mundo marino con Acuario Virtual Tridimensional. Instituto Politécnico Nacional. Gaceta Politécnica, 42 (10).

- Galil, B. (2012). A new record of a pandeid medusa from Eilat. (Imagen). Recuperado de <http://www.ocean.org.il/MainPageEng.asp>.
- Garrido, M, A; Castillo, E, P, A; Félix, T, F.J. 2001.Las escifomedusas bola de cañon *Stomolophus meleagris* especie de gran interés en el mercado internacional. *Revista de Divulgación* División Académica de Ciencias Biológicas Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. ISSN- 1665-0514.
- Gasca, Rebeca. "Lista faunística y bibliografía comentadas de los sifonóforos (Cnidaria: Hydrozoa) de México." *Anales del Instituto de Biología serie Zoología* 73.002 (2002).
- Gasca, R.S y Loman, L.R.2014. Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl.* 85. pp 155-163.
- Gershwin, L; Allen G. Collins, G, A. 2002. A preliminary phylogeny of Pelagiidae (Cnidaria, Scyphozoa), with new observations of *Chrysaora colorata* comb. nov. *Journal of Natural History*, 36, 127–148.
- Giangrande A, Geraci S, Belmonte, G. (1994) Life-cycle and life-history diversity in marine invertebrates and the implications in community dynamics. *Oceanography and Marine Biology, an Annual Review* 32: 305 – 333.
- Haddock, S.HD (2004) A golden age of gelata: past and future research on planktonic ctenophores and cnidarians. *Hydrobiologia* 530/531: 549 – 556.
- Hernández, L. F. M. Desconocimiento de la biodiversidad marina en México y sus implicaciones ecológicas y económicas: hidroides, medusas y sifonóforos (Cnidaria: Medusozoa) como ejemplo de un taxón dominante e ignorado.
- Hillewaert, H. (2008). *Arelia aurita*. Recuperado de <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=135306&pic=17524>
- Ibañez, H.L; Taibo, P. J; Seoane, N.A; Jaspe, V.A Y López, M.R.2008. Interfaces naturales para contenidos digitales interactivos en museos. La experiencia de Galicia Dixital. *Rev del Centro de Inv.* 8 (29). pp 37-42.
- Jaume, D y Duarte, M.C. 2006. Cap. 1. Aspectos generales de la diversidad en los ecosistemas marinos y terrestres: Desafíos científicos y tecnológicos (1-16 pp). España. Edición Fundación BBVA.

- Lacueva, A; López, A. 2007. Proyectos en el Aula: Cinco Categorías en el Análisis de un Caso. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*. Vol. 5 (1).pp. 78-120
- Lara-Lara JR. Arenas-Fuentes V. Bazan- Guzmán C. Díaz-Castañeda V. Escobar-Briones E. de la Cruz-Abad M. Gaxiola-Castro G. Robles-Jarero G. Sosa-Avalos R. Soto-González LA. Tapia-García M y Valdez-Holguin. 2008. Los ecosistemas marinos. En: Capital natural de México. Conocimiento actual de la Biodiversidad Vol. I. pp 135-159. CONABIO. México
- León, G.R. (2012). Aplicación de la realidad virtual no inmersiva para Ingenieros Agrícolas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(1), 68-72. Recuperado en 01 de junio de 2017, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542012000100013&lng=es&tlng=es.
- Lévy, P. (2007). *Cibercultura: la cultura de la sociedad digital*. México: Anthropos-Universidad Autónoma Metropolitana
- Lewis, C., Bentlage, B., Yanagihara, A., Gillan, W., Blerk, J., Keil, D., Bely, A., y Collins, A. (2013). Redescription of *Alatina alata* (Reynaud, 1830) (Cnidaria: Cubozoa) from Bonaire, Dutch Caribbean. *Zootaxa*, 3737(4), 473–487. Recuperado en 08 de agosto de 2017, <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3737.4.8>
- López-Martínez, J y Álvarez-Tello, J. 2008. Medusa bala de cañón: recurso de exportación. *Ciencia y Desarrollo*. 34: 8-15.
- López-Martínez, J., y Álvarez-Tello, J. 2013. The jellyfish fishery in Mexico. *Agricultural Sciences*, 4(6A), 57.
- López, G. M; Morcillo, O, J, G. 2007. Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol 6. Núm. 3. pp. 562-576. Recuperado en 01 de junio de 2017, de http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjZ4JXD4J3UAhXBKiyKHZgXDOgQFggiMAA&url=http%3A%2F%2Ffreec.uvigo.es%2Fvolumenes%2Fvolumen6%2FART5_Vol6_N3.pdf&usg=AFQjCNF5oSfsoIrl7_1_gNQrvTlnm9Tng
- Mayer AG. 1910a. *Medusae of the World. The Hydromedusae* Vol. I. Washington, D.C. 1-230 p.

- Mayer AG. 1910b. Medusae of the World. The Hydromedusae Vol. II. Washington, D.C. 231-498p.
- Mayer AG. 1910c. Medusae of the World. The Scyphomedusae Vol. III. Washington, D. C. 499-735p.
- Mayer, A. G. 1900 parte 1. Some medusae from the Tortugas, Florida. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology of Harvard. 37: 13-82, pls 1-44., Recuperado [dhttp://www.biodiversitylibrary.org/item/25309#page/53/mode/1up](http://www.biodiversitylibrary.org/item/25309#page/53/mode/1up)
page(s): 32
- Meléndez, R, R. N. 2015. Listado Sistemático y Distribución de las especies de medusas (cnidaria: Medusozoa) en costas mexicanas). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 1-144p
- Mianzan, H; F. Ramírez; J. Costelo y L. Chlaverano. 2005. ¿Un mar de gelatina? Ciencia Hoy. Vol. 15.86:49-55.
- Morandini, A. C.; Silveira, F y Jarms, G (2004). The life cycle of *Chrysaora lactea* Eschscholtz, 1829 (Cnidaria, Scyphozoa) with notes on the scyphistoma stage of three other species. *Hydrobiologia* 530(531): 347–354.
- Morandini, A. C., y Marques, A. C. (2010). Revision of the genus *Chrysaora* Péron y Lesueur, 1810 (Cnidaria: Scyphozoa). *Zootaxa*, 2464, 1-97.
- Muñoz, P, J, F. (2015). Distribución de las Medusas (Cnidarios: Hydrozoa) en la zona costera del puerto pesquero de Chanduy-Santa Elena, durante el periodo de enero-abril 2015. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Estatal Península de Santa Elena. 1-15pp
- Ohtsuka, S; Kazuhiko, K; Dhugal, L; Jun, N; Hiroshi, M; Masato, K; Mulyad, N; Juro, H; Hironori, K. (2009). Symbionts of marine medusae and ctenophores. *Revista Plankton Benthos Res* 4(1): 1–13. Recuperado en 01 de junio de 2017, de http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiDv9ig4Z3UAhWDYyYKHXnrB_0QFggnMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.plankton.jp%2FPBR%2Fissue%2Fvol04_1%2F0401_001.pdf&usg=AFQjCN GwhUrnKP8CdXTxROW6gBIbIOqpKQ

- Orduña, N. K.; Segura-Puertas, P, J; Sánchez, R.,A. Meléndez, C. Nava-Ruiz, D. Rembao, A. Santamaría, S. Galván-Zarate.(2003). “Possible antitumoral effect of the crude venom of *Cassiopea xamachana* (Cnidaria: Scyphozoa) on tumors of the Central Nervous System induced by N-Ethyl-NNitrosourea (enu) in rats”, *Proceedings of the Western Pharmacology Society* 46: 85-87.
- Ovchinnikova TV, Balandin SV, Aleshina GM, Tagaev AA, Leonova YF, Krasnodembsky ED, Men’shenin AV, Kokryakov VN. Aurelin, a novel antimicrobial peptide from jellyfish *Aurelia aurita* with structural features of defensins and channel-blockingtoxins. (2006). *Biochemical and Biophysical Research Communications*; 348:514–523.
- Poinapen, D., Konopka, J. K., Umoh, J. U., Norley, C. J., McNeil, J. N., & Holdsworth, D. W. (2017). Micro-CT imaging of live insects using carbon dioxide gas-induced hypoxia as anesthetic with minimal impact on certain subsequent life history traits. *BMC Zoology*, 2(1), 9.
- Ponce-García DP y E López-Vera. (2013). Medusas: las bailarinas del mar. CONABIO. Biodiversitas. 109: 1-6.
- Puente, T, A y Medina, S, A, N. (2010).Medusas, del miedo al deleite gastronómico. *Rev Ciencias* 98. pp 70-73.
- Quiñones-Dávila, J. (2008). *Chrysaora plocamia* lesson, 1830 (cnidaria, scyphozoa), frente a Pisco, Perú. Informe Instituto del mar Perú. 35. 221-230.
- Ramírez, L. B., Rodríguez, F. G., Valencia, M. L. H., Zamorano, C. E. L., Vázquez, M. M. F., Canseco, L. I., y Ochoa, G. Análisis De Las Tecnologías De La Información Y De La Comunicación (Tic’s) En México. Recuperado el 01 julio de 2018de://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38891814/TIC_en_Mexico.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1538514463&Signature=IVfGrSb2%2FawCIT3KLkW%2BPIUsmaQ%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAnálisis_de_las_TICs_en_Mexico.pdf
- Richardson AJ, Bakun A, Hays GC y MJ Gibbons. 2009. The jellyfish joyride: causes, consequences and management responses to a more gelatinous future. *Trends in Ecology and Evolution*. 24: 312-322.
- Russel, F, S. The Medusae of the British Isles.1970. Cambridge University. 60-69p

- Sánchez, R, C, V; Rosales, L, L. 2008. Herramientas de visualización molecular para la Enseñanza. *Revista Mensaje Bioquímico*, Vol. XXXII. pp 49-58
- Sanmartí, N., Márquez, C., y García, P. (2002). Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencias. *Aula de innovación educativa*, 113, 8-13.
- Schiariti, A. 2009. Historia de vida y dinámica de poblaciones de *Lychnorhiza Lucerna* (Scyphozoa) ¿Un recurso pesquero alternativo? Tesis de Doctorado. Universidad de Buenos Aires. Facultad de ciencias Exactas y Naturales. p 2-16
- Schuchert, P. (2006a). The European athecate hydroid and their medusae (Hydrozoa, Cnidaria): Capitata Part 1. *Revue Suisse de Zoologie* 113 (2): 325-410.
- Schuchert, P. (2006b). The European athecate hydroid and their medusae (Hydrozoa, Cnidaria): Filifera Part 2. *Revue Suisse de Zoologie* 114 (2): 195-396.
- Schuchert, P. (2007). The European athecate hydroid and their medusae (Hydrozoa, Cnidaria): Capitata Part II. *Revue Suisse de Zoologie* 114 (2): 195-396.
- Schuchert, P. (2010). *Somotoca atra*. (Imagen). Recuperado <http://marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=221202&pic=70806>.
- Schuchert, P. (2013). *Cladonema radiatum* Dujardin, 1843. (Imagen). Recuperado de <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=117425&pic=73518>
medusas (Cnidaria: Hydrozoa y Scyphozoa) del Pacífico tropical oriental-- Morphology, systematics and zoogeography of medusae (cnidaria: hydrozoa and scyphozoa) from the Eastern Tropical Pacific." UNAM. Publicaciones especiales. No. 8. UNAM.
- Segura-Puertas L, E Suárez-Morales y L Celis. (2003). A checklist of the Medusae (Hydrozoa, Scyphozoa and Cubozoa) of México. *Zootaxa*. 194: 1-15.
- Tabares, Q. J y Correa, V. S. (2014). Tecnología y sociedad: una aproximación a los estudios sociales de la tecnología. *Rev Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*. 129-144.
- Widder, E. (2012). *Atolla wyvillei*. (Imagen). Recuperado de <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=135282&pic=64172>.

- Witker, B. R. (2009). La museología digital y el museo mexicano: Herramientas museológicas digitales, 1990-2008. *Rev Alteridades*, 19(37), 87-101. Recuperado en 01 de junio de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-70172009000100007&lng=es&tlng=es.
- **WoRMS Editorial Board** (2018). World Register of Marine Species. Available from <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2018-02-28. doi:10.14284/170.
- UNESCO. 2009. Guide to measuring information and communication technologies (ict) in education [en línea], Canada, UNESCO Institute for Statistics. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001865/186547e.pdf>
- UNESCO.2013. Enfoque estratégico sobre las TICS en Educación en América Latina y el Caribe (en línea). UNESCO Santiago. Disponible en: http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/images/tics_esp.pdf

Glosario.

- **Adradio:** Radios de orden terciarios a 22.5° , los perradios e interradios, que dividen la superficie umbrelar en 4 planos simétricos.
- **Abaxial:** Fuera del eje principal o en un sitio remoto de él, en un tentáculo marginal el lado abaxial es la superficie del tentacular exterior.
- **Bentónico:** Que vive o se desarrolla en el fondo.
- **Brazo oral :** Estructura tentaculiforme alrededor de la boca, típicamente en grupos de a cuatro. Son
- **Bulbo tentacular:** hinchazón localizada en la unión de cada radio con el círculo periférico.
- **Canales centrípetos:** Canales ciegos que se dirigen desde el borde umbrelar hacia el centro de la campana
- **Cavidad umbrelar:** zona delimitada por la subumbrela, que actúa como cavidad respiratoria y natatoria.
- **Cnidocito:** célula que se encuentra esparcida por toda la epidermis, contienen estructuras punzantes llamadas nematocistos.
- **Cirros:** Tentáculos marginales sensitivos de longitud variable y aspecto filiforme, formado por células vacuoladas.
- **Cuadrante:** Sección de la umbrela limitada por dos radios o perradios adyacente y simétricamente similares.
- **Estatocisto:** órgano sensorial verdadero, localizado entre los tentáculos o asociados con el bulbo en la base del tentáculo. Pueden adoptar forma de hoyo (depresión) o vesículas cerradas, en ambos casos las paredes poseen células sensoriales con cerdas que se proyectan hacia la luz.
- **Exumbrela:** superficie lisa exterior de la cavidad umbrelar, cubierta de epitelio ectodérmico. Puede poseer proyecciones, nervaduras, etc.
- **Interradios:** Radios de orden secundarios, a 45° de los perradios, que dividen la superficie umbrelar en cuatro planos simétricos que pasan por las gónadas.
- **Labios:** Pequeñas proyecciones del margen de la boca de una medusa.

- Manubrio: Estructura gástrica tubular de la medusa en cuyo extremo se abre la boca. Varía en forma y longitud dependiendo de la especie.
- Medusa: Forma típica de los cnidarios con una mesoglea gelatinosa bien desarrollada, generalmente de vida libre y nadadora.
- Metagénesis: Alternancia regular de métodos sexual y asexual de reproducción dentro de la misma especie.
- Mesoglea: Capa de tejido conjuntivo situada entre la epidermis y la gastrodermis de los cnidarios.
- Nematocisto: Organelo urticantes, de forma ovoide, compactos, en la exumbrela, especialmente en el margen umbrelar.
- Nichos de la cavidad umbrelar: Espacios secundarios en la pared subumbrelar formados en parte por pliegues o proyecciones subumbrelares o por condiciones de crecimiento del margen umbrelar.
- Pedúnculo gástrico: Prolongación del saco gástrico.
- Perradios: Ejes de orden primarios que dividen la superficie umbrelar en dos planos simétricos a 90° que pasan por los lóbulos ovales.
- Phacelli: Filamentos gástricos dispuestos en filas o grupos.
- Ropalio: Cuerpo marginal, cada uno de ellos ostenta 2 depresiones sensoriales, un estatocisto y un ocelo.
- Surco coronal: Surco alrededor de la exumbrela, sobre una zona relativamente delgada de la mesoglea. En muchas ocasiones delimita regiones de la umbrela. Es mas notorio en medusas Coronatae.
- Tentáculos: Órganos de función diversa (sensorial, defensa, ataque, natación, alimentación) implantados en la Exumbrela o Subumbrella. Son generalmente largos y cilíndricos, constituidos por epitelios ectodérmicos, musculatura, un eje interno de endodermo y una placa de soporte. Pueden ser huecos sólidos.
- Tentaculocisto: Sus funciones parecen consistir en la iniciación y control de los movimientos natatorios rítmicos
- Ocelos: Órganos sensoriales verdaderos sensibles a la luz. Manchas de pigmento y células fotoreceptoras organizadas en un disco plano o en una depresión. Típicamente se localizan en el lado externo de los bulbos tentaculares.

- Umbrela: Cuerpo acampanado o en forma de disco de la medusa, excluyendo las estructuras que se extienden desde el margen (tentáculos)
- Velario: Distinto al verdadero velo al contener conductos gastrodérmicos.
- Velo: Diafragma horizontal que rodea la abertura de la cavidad sub umbrelar, jugando un papel muy importante en la locomoción,

