

Máster en Acuicultura

Memoria del trabajo de Fin de Máster

Prácticas de empresa no Aquarium de Barcelona
Prácticas de empresa en L' aquàrium Barcelona
Business practices at the aquarium of Barcelona



Nuria Rodríguez Pérez

Febrero, 2019

Tutor Académico: Patricio Bultó Sagnier

ÍNDICE

1. Introducción.....	pág. 5-25
1.1. L' aquàrium Barcelona.....	pág. 5
1.2. Instalaciones.....	pág. 6-25
2. Objetivos.....	pág. 26
3. Material y métodos.....	pág. 26-38
3.1. Galerías.....	pág. 26-35
3.1.1. Acuarios mediterráneos.....	pág. 27-29
3.1.2. Acuarios tropicales.....	pág. 29
3.1.3. Acuarios temáticos.....	pág. 29-31
3.1.3.1. Corales tropicales y granja.....	pág. 29-31
3.1.4. Planeta Aqua.....	pág. 32-35
3.1.4.1. Pingüino de humboldt.....	pág. 32
3.1.4.2. Río de agua dulce.....	pág. 32-33
3.1.4.3. Altillo.....	pág. 33-34
3.1.4.4. Acuario de rayas.....	pág. 34
3.2. Cuarentena.....	pág. 35-36
3.2.1. Preparación de dietas.....	pág. 35
3.2.2. Aclimatación y traslado de peces.....	pág. 36
3.3. Laboratorio.....	pág. 36-37
3.4. Oceanario.....	pág. 37-38
4. Resultados.....	pág. 38-40
4.1. Galerías.....	pág. 38-40
4.1.1. Ajustes de los parámetros de corales.....	pág. 38-39
4.1.2. Ajustes de los parámetros del acuario ET-5.....	pág. 39-40
4.1.3. Instalación de luces led del tanque de medusas.....	pág. 40
5. Discusión.....	pág. 41-42
6. Conclusiones.....	pág. 43
7. Referencias bibliográficas.....	pág. 43

1. Introducción

1.1. L' aquàrium Barcelona

L' aquàrium Barcelona es el centro marino lúdico y educativo más importante del mundo en temática mediterránea. Se trata del principal y único gran acuario de Barcelona y de Cataluña, situado en el Port Vell al lado del mar.

El complejo fue inaugurado en 1995 y dispone de 35 acuarios diferentes que contienen unos 11.000 animales pertenecientes a 450 especies distintas.

La empresa pertenece al grupo Aspro Parks y abre todos los días del año ofreciendo múltiples actividades a los visitantes. Entre estas actividades destaca “sumérgete entre tiburones”: dirigida a adultos y niños a partir de 8 años donde podrán sumergirse en la jaula y contemplar a los tiburones y peces del oceanario.

También organiza las actividades “inmersión con tiburones”: dirigida a personas con titulación de submarinismo, o “dormir con tiburones”: donde los pequeños pueden pasar una noche rodeados de tiburones y descubrir cómo se despiertan.

Otra actividad destinada a la alimentación de los animales se llama: “Feeding times”, donde los visitantes pueden observar la alimentación de tiburones, pingüinos, rayas, águilas marinas y morenas, a unos horarios determinados (Aquariumbcn.com, 2019).

Por otro lado, el centro dispone de un Auditorio donde se desarrollan reuniones y congresos y también organiza distintos eventos educativos y de ocio (cena de gala rodeados de tiburones). La divulgación del fondo marino y la educación son dos de las tareas más importantes del centro, por ello dispone de Aulas taller (Antedon, Coneilia y Cala) donde se realizan actividades como observación mediante microscopios o disección de doradas y disponen de colecciones de dientes y huevos de tiburón donde los más pequeños aprenden sobre curiosidades del medio marino.

L' aquàrium Barcelona destaca por formar parte de colaboraciones e investigaciones implicadas en la conservación y sostenibilidad del medio marino.

1.2. Instalaciones

En las instalaciones interiores del Aquarium se realizan las labores de galerías, cuarentena y laboratorio y se encuentra el sistema de filtración del Aquarium.

- Sistema de filtración

El proceso de filtración consiste en la captación y la depuración de las aguas: para poder llenar los 21 acuarios se necesitan aproximadamente unos 6 millones de litros de agua marina. En el diagrama de flujo se aprecian las diferentes partes del sistema de filtración que dispone L' aquàrium Barcelona (véase Anexo. 1). L' Aquàrium presenta numerosos sistemas con diferentes características entre ellos. Dispone de 6 sistemas y dos añadidos en cuarentena. Cada sistema presenta 9 módulos repetidos 9 veces, excepto el reservorio (que hay uno para todo el Aquarium) y filtros biológicos y de pH que presentan 3 módulos de cada. En cuanto al proceso de abastecimiento del agua del Aquarium, se realiza mediante la captación (1) de agua en pozos de 6 m de profundidad situados en la playa de la Barceloneta junto al Aquarium. El agua pasa hacia el interior del Aquarium dirigiéndose al depósito de reserva de agua de mar (2). No es necesario un abastecimiento continuo, ya que el agua se recicla en las instalaciones gracias a una bomba que impulsa 50 m³ de agua renovando el agua en 1h 30 min. Sólo se aporta una pequeña cantidad de agua diaria para compensar las pérdidas de evaporación y de oligoelementos.

Por otro lado, se controla la temperatura y se esteriliza el agua con un sistema de producción de ozono y de luz ultravioleta. Estos sistemas permiten eliminar las bacterias no deseables además de oxigenar las aguas. La esterilización final del agua es necesaria como medida de prevención biológica (Aquariumbcn.com, 2019). A continuación del depósito de reserva de agua de mar una bomba de impulsión impulsa el agua hasta el ultravioleta (3) se trata de un filtro microbiológico que mantiene las bacterias a bajas concentraciones (10^2 - 10^4), si se esterilizase completamente perjudicaría el sistema inmunitario de los peces, inhibiendo su funcionamiento.

El Aquarium dispone de un sistema de depuración y de filtración necesarios para eliminar restos de comida y heces excretadas por los organismos, ya que presentan un

La planta inferior incluye 21 acuarios que reproducen comunidades del mediterráneo y los hábitats tropicales más representativos de todo el mundo (véase fig. 1).

➤ Acuarios mediterráneos

Los acuarios mediterráneos del Aquarium son 14 acuarios representativos de las diferentes comunidades mediterráneas incluido el oceanario.

Acuario 1. Comunidad de costa rocosa poco profunda (EM-1)

Los ambientes rocosos de poca profundidad cercanos a la costa presentan gran cantidad de grietas que se convierten en escondrijos para muchos organismos, que se camuflan o se esconden en los orificios. Son zonas iluminadas y en movimiento.

Acuario 2. Comunidad de costa arenosa poco profunda (EM-2)

Son zonas arenosas iluminadas en constante movimiento, sin rocas ni muchas algas, que acogen a numerosas especies que deben enterrarse o camuflarse en la arena para defenderse de sus depredadores. Es el reino de los peces planos o las rayas.

Acuario 3. El delta del Ebro

El río Ebro recoge materiales que deposita en la desembocadura, formando un delta. El Delta del Ebro es una reserva natural del mar Mediterráneo de gran riqueza ecológica.

(EM-3) colección biológica: esturión beluga: *Huso huso* (Linnaeus, 1758), esturión de Siberia: *Acipenser baerii* (Brandt, 1869), anguila: *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758).

Acuario 4. Comunidad de cuevas y grietas (EM-4)

La erosión de las rocas y el crecimiento de algas incrustantes dan lugar a cuevas submarinas. Los organismos filtradores aprovechan la corriente para alimentarse.

Acuario 5. Comunidad de Posidonia Oceánica

En el fondo del mar se encuentran extensos prados de posidonia: *Posidonia oceánica* (Delile, 1813) que ofrecen oxígeno, refugio y alimento a numerosas especies. Esta planta propia del Mediterráneo, con hojas largas en cintas, es una especie protegida.

(EM-5) colección biológica: salpa: *Sarpa salpa* (Linnaeus, 1758), salmonete de roca: *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758).

- Pequeños acuarios de Posidonia:

CV-1) Caballito de mar: *Hippocampus hippocampus* (Rafinesque, 1810).

CV-2) Aguja de mar: *Syngnathus abaster* (Risso, 1827).

CV-3) Sepia común: *Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758):



Figura 2. Fotografía realizada por Mercedes Pérez al ejemplar de *Sepia officinalis* del Aquarium de Barcelona

Este molusco cefalópodo (véase fig. 2) inicia su periodo reproductor en primavera, donde la pareja se encuentra frente a frente y se enlazan con sus tentáculos, fecundando así a la hembra. Cada ejemplar puede poner hasta 500 huevos de color negro, que tardarán en eclosionar semanas, dando lugar a sepias formadas.

CV-4) Bogavante: *Homarus gammarus* (Linnaeus, 1758).

CV-5) Pintarroja: *Scyliorhinus canicula* (Linnaeus, 1758).

Acuario 6. Los algares de poca profundidad (EM-6)

Las zonas de poca profundidad, hasta los 15 metros, están iluminadas y constituyen el lugar ideal para algas verdes o posidonias, formando zonas de gran riqueza biológica.

Acuario 7. Comunidad de Precoralígeno (EM-7)

Entre los 15 y 25 metros, la luz va disminuyendo, y la comunidad vegetal cambia. Las plantas verdes son sustituidas progresivamente por otras menos exigentes y por colonias de animales incrustantes. Las coloraciones rojizas son las más predominantes.

Acuario 8. Comunidad de Coralígeno (EM-8)

En las zonas más profundas a 45 metros aparece un espectro de colores rojos, naranjas, amarillos y rosados. La escasa luz que llega hace que las algas calcáreas compitan por ella. Entre estas algas viven invertebrados, como esponjas, ascidias o gorgonias.

Acuario 9. Comunidad de la zona intermareal

En las costas rocosas afectadas por olas o mareas hay zonas cubiertas por agua y otras que quedan temporalmente sin cubrir, esto da lugar al fenómeno de la zonación.

(EM-9) colección biológica: lisa: *Chelon labrossus* (Risso, 1827).

Acuario 10. Un pellizco de mar

En el Mediterráneo se pueden observar tanto organismos bentónicos como pelágicos. Los bentónicos dependen del fondo marino y los pelágicos viven en alta mar.

(EM-10) colección biológica: pastinaca: *Dasyatis pastinaca* (Linnaeus, 1758).

Palometa: *Trachinotus ovatus* (Linnaeus, 1758):

Pez perciforme perteneciente a la familia Carangidae. Presenta una coloración plateada-azulada con manchas negras. (véase fig. 3), (Aquariumbcn.com, 2019).



Figura 3. Fotografía realizada por Nuria Rodríguez del ejemplar de *Trachinotus ovatus* del Aquarium de Barcelona

Acuario 11. Comunidad de coral rojo y gorgonias

Allí donde la luz casi no llega, el coral rojo forma comunidades en las cuevas. El coral consiste en colonias de individuos que construyen un esqueleto externo duro. Se encuentra en peligro de extinción debido a la recolección excesiva.

(EM-11) colección biológica: trompetero: *Macroramphosus scolopax* (Linnaeus, 1758), coral rojo: *Corallium rubrum* (Lamarck, 1856).

Acuario 18. El Mediterráneo (Oceanario)

El Oceanario de L' aquàrium Barcelona muestra una síntesis del Mediterráneo, uno de los mares marginales más grandes del planeta, que acoge una gran diversidad de ecosistemas y especies.

El oceanario es único en Europa, tratándose del tanque principal con forma circular de mayores dimensiones de L' aquàrium, comprendiendo 36 metros de diámetro y 5 metros de profundidad. En sus 3700 m³ contiene cerca de 4 millones de litros de agua donde se muestran las especies mediterráneas de mayor tamaño a una temperatura de (14-18 °C). Dispone de un túnel transparente de más de 80 metros de longitud que ofrece un paseo submarino que permite estar a pocos centímetros de los animales.

Alberga más de 80 especies muy diversas, destacando los tiburones, habiendo tres tipos de tiburones que junto con las rayas forman parte del grupo de peces denominados condriictios o cartilaginosos. El Aquarium centra sus esfuerzos en participar en campañas para la conservación de los tiburones y la prohibición del "Shark Finning", ya que se han descrito 500 especies de tiburones en el mundo y más de 45 en el Mediterráneo y pocas son peligrosas para los seres humanos. Hace más de 400 millones de años que los tiburones habitan los océanos. Son unas piezas clave en los ecosistemas marinos y unos potentes depredadores. Presentan distintos tipos de reproducción: ovípara, ovovivípara y vivípara. El sexo se diferencia porque los machos presentan dos órganos copuladores externos; los pterigópodos (véase fig. 5). En cuanto a su morfología tienen diversas filas de dientes de recambio, pudiendo renovar hasta 30.000 dientes. Su piel gruesa y áspera está cubierta de unas escamas o dentículos dérmicos. (Aquariumbcn.com, 2019).



Figuras 4. y 5. Fotografías realizadas por Nuria Rodríguez del ejemplar de *Carcharias taurus* del Aquarium de Barcelona donde se muestran su morfología (izquierda) y pterigópodos pertenecientes a un macho (derecha)

(EM-18) colección biológica: jaquetón de Milberto: *Carcharhinus plumbeus* (Nardo, 1827), tiburón cerdo: *Oxynotus centrina* (Linnaeus, 1758), águila de mar: *Myliobatis Aquila* (Linnaeus, 1758), lubina: *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758), corvina: *Argyrosomus regius* (Asso, 1810).

Tiburón toro: *Carcharias taurus* (Rafinesque, 1810):

Condriectio perteneciente a la familia Odontaspidae del orden Lamniformes. Presenta manchas marrones (véase fig. 4) y siempre va con la boca abierta. Su medida máxima son 3,20 m, se aproximan a los 100 kg de peso y sus dientes miden 2 cm. Tiene una amplia distribución mundial. Engulle aire en la superficie y lo guarda en el estómago para conseguir la flotabilidad neutra, para ello también emplean un aceite contenido en su hígado (escualeno), ya que carecen de vejiga natatoria para flotar. Son ovovivíparos y presentan ovofagia y canibalismo intrauterino (Aquariumbcn.com, 2019).

19) Comunidad de coralígeno de las islas Medas (EM-19)

Islas de gran riqueza biológica, siendo declaradas Reserva Marina.

20) La vida en el bentos, cefalópodos del mediterráneo (pulpos)

Comunidad de organismos que viven relacionados con el fondo marino.

(EM-20) colección biológica: pulpo común: *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797):

Invertebrado cefalópodo (dispone de 8 tentáculos alrededor de la boca, provistos de ventosas para atrapar a sus presas). Se camuflan adaptando su color y la superficie del cuerpo al ambiente. El color ayuda a reconocer su estado anímico. Si están “enfadados” se vuelven rojos, si tienen miedo blancos y azules si están nerviosos. Son inteligentes y tienen un verdadero cerebro y sus ojos son capaces de distinguir formas y colores (véase fig. 6). Son animales nocturnos, durante el día se ocultan en escondites (véase fig. 7). En caso de peligro expulsan tinta. Durante la reproducción el macho introduce su tercer tentáculo (hectocótilo) en el interior de la hembra (Aquariumbcn.com, 2019).



Figuras 6 y 7. Fotografías realizadas por Nuria Rodríguez de ejemplares de *Octopus vulgaris* del Aquarium de Barcelona, donde se muestra su morfología (izquierda) y escondites (derecha)

➤ Acuarios tropicales

L' aquarium dispone de 7 acuarios que representan los mares tropicales más representativos del planeta con sus características especies. Bajo el mar habitan arrecifes de coral (animales invertebrados coloniales) de diversos colores.

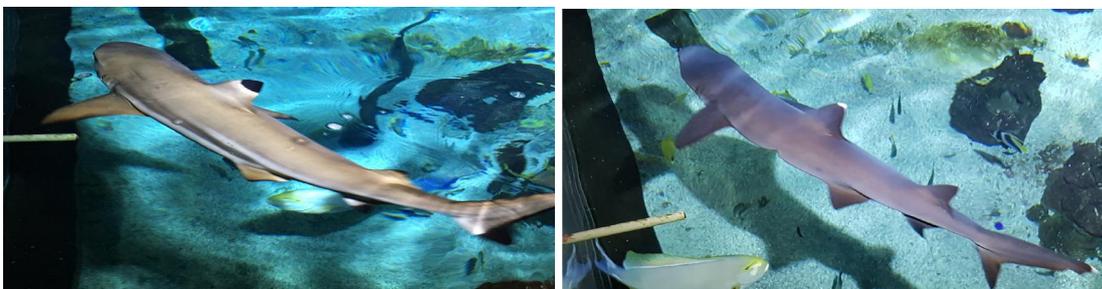
12) Tiburones de aguas tropicales

En los mares tropicales se concentra una gran diversidad de tiburones, algunos de ellos reposan gran parte del tiempo entre los arrecifes coralinos, otros navegan constantemente en aguas abiertas en busca de alimento.

(ET-12) colección biológica:

Tiburón de puntas negras: *Carcharhinus melanopterus* (Quoy & Gaimard, 1824):

Se trata de un condictio perteneciente a la familia carcharhinidae (véanse fig. 8) que tiene las puntas de las aletas de color negro. Vive en lagunas y arrecifes coralinos. Debido su respiración pasiva necesita nadar continuamente y si se detiene puede ahogarse. Los dientes son estrechos y afilados. Es vivíparo (Aquariumbcn.com, 2019).



Figuras 8 y 9. Fotografías realizadas por Nuria Rodríguez del tiburón de puntas negras (izquierda) y del tiburón de puntas blancas (derecha) del Aquarium Barcelona

Tiburón de puntas blancas: *Triaenodon obesus* (Rüppell, 1837):

Condictio perteneciente a la familia carcharhinidae que tiene las puntas de las aletas blancas (véase fig. 9). Puede alcanzar los 25 años de edad. Puede bombear activamente el agua hacia las branquias y seguir respirando, aunque estén quietos . Este tiburón es nocturno, carnívoro y vivíparo (Aquariumbcn.com, 2019).

13) El arrecife de coral tropical

Los arrecifes tropicales son grandes formaciones de coral que pueden llegar a formar islas y que tienen gran cantidad de especies asociadas. Los corales encuentran en los mares tropicales unas condiciones muy favorables para su crecimiento, que no se dan en el mar Mediterráneo. Estas condiciones son: aguas cálidas, por encima de 20 °C, zonas de poca profundidad iluminadas y aguas limpias sin materiales en suspensión.

(ET-13) colección biológica: pez cirujano paleta: *Paracanthurus hepatus* (Linnaeus, 1766), cirujano amarillo: *Zebrasoma flavescens* (Bennett, 1828) y pez ballesta Picasso: *Rhinecanthus aculeatus* (Linnaeus, 1758).

14) El mar Caribe (ET-14)

Se encuentran los arrecifes de coral más representativos del océano Atlántico.

15) La Gran Barrera de Coral. Australia

La isla de Australia es tan grande que se considera un continente, en ella se encuentra la Gran Barrera de Coral. Se trata de un conjunto de arrecifes coralinos que rodean más de 2.000 km de la costa nordeste de la isla.

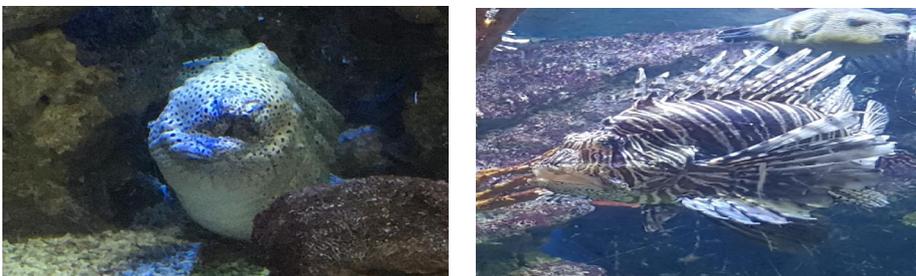
16) El mar Rojo

En la parte oriental del Mediterráneo está situado el mar Rojo, abierto al Mediterráneo por el canal de Suez. Es un mar cálido y muy salino, con gran diversidad de especies, muchas exclusivas de este mar. Su nombre se debe a la presencia de un alga roja "*Trichodesmium erythraeum*" que forma unas placas rojizas en la superficie del agua.

17) Peces venenosos y agresivos tropicales

Los organismos marinos han desarrollado diferentes sistemas de defensa para sobrevivir, como el veneno: situado en las espinas, en órganos internos o sobre la piel.

(ET-17) colección biológica: pez vaca: *Lactoria cornuta* (Linnaeus, 1758), pez erizo: *Diodon histrix* (Linnaeus, 1758).



Figuras 10 y 11. Fotografías realizadas de los ejemplares de morena (izquierda) y pez león (derecha) tropicales

Morena: *Muraena helena* (Linnaeus, 1758):

Pez perteneciente al orden Anguilliformes. Presenta un cuerpo alargado con aletas dorsal, caudal y anal fusionadas. Su piel es gruesa y viscosa, sin escamas. Su coloración

amarilla y marrón avisa de su toxicidad. Se esconde en grietas y agujeros de rocas (véase fig. 10), si se siente amenazado puede producir dolorosas mordeduras.

Abre y cierra la boca constantemente para captar el agua necesaria para respirar y el pez lábrido limpiador: *Labroides dimidiatus* (Valenciennes, 1839), se encarga de desparasitarla de ciliados introduciéndose en su boca (Aquariumbcn.com, 2019).

Pez escorpión: *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758), o pez león:

Pertenece a la familia Scorpaenidae. Es un pez muy venenoso que advierte de su toxicidad con su vistosa coloración de líneas blancas y marrones (véase fig. 11). Posee unas glándulas venenosas en la base de las espinas (Aquariumbcn.com, 2019).

21) El atolón tropical Indo-Pacífico

Las zonas tropicales disponen de islas en forma de anillo, son los atolones tropicales. Formaciones de coral que crecieron alrededor de un volcán que después se ha hundido.



Figuras 12 y 13. Fotografías realizadas del Atolón tropical (izquierda) y tiburón de Port Jackson (derecha)

(ET-21) colección biológica: pez ballesta payaso: *Balistoides conspicillum* (Bloch & Schneider, 1801), pez mariposa auriga: *Chaetodon auriga* (Forsskal, 1775), pez unicornio: *Naso lituratus* (Forster, 1801), (véase fig. 12), pintarroja colilarga ocelada: *Hemiscyllium ocellatum* (Bonnaterre, 1788), tiburón de Port Jackson: *Heterodontos portusjacksoni* (Meyer, 1793), (véase fig. 13).

➤ Acuarios temáticos

Muestran la flora y fauna marinas que en acuarios de grandes dimensiones pueden pasar desapercibidos. Contienen invertebrados marinos (anémonas o estrellas de mar), caballitos de mar: *Hippocampus hippocampus* (Bleeker, 1852) y dragones de mar (sea dragons): *Phyllopteryx taeniolatus* (Gill, 1896) que se refugian en las plantas marinas (Aquariumbcn.com, 2019).

- Corales tropicales: este acuario ha sido poblado por corales de diferentes especies y colores criados en cautividad sin extraer ejemplares del medio natural (véase fig. 14). Se trata de animales coloniales formados por pólipos que pueden ser según su morfología; duros o blandos. Por otro lado, se trata de animales territoriales que envían toxinas a los que se disponen a su alrededor apareciendo en ellos zonas blanquecinas.



Figuras 14 y 15. Fotografías realizadas por Nuria Rodríguez de los acuarios de corales (izquierda) y granja de corales (derecha) del Aquarium de Barcelona

Colección biológica de especies de corales blandos: *Discosoma sp.* (Rüppell & Leuckart, 1828), *Sarcophyton sp.* (Lesson, 1834), *Sinularia sp.* (May, 1898).

Colección biológica de especies de corales duros: *Euphyllia* (Dana, 1846), *Gorgonias* (Linnaeus, 1758), *Tubiopora musica* (Linnaeus, 1758).

- Granja de corales: no se han hecho experimentos, pero sí que se intenta conseguir reproducir los corales a partir de esquejes de ramas de *Actinodiscus* (véase fig. 15).

- Primera planta +1 de L' aquàrium Barcelona

Se encuentran el Planeta Aqua y el espacio infantil Explora (véase fig. 16).

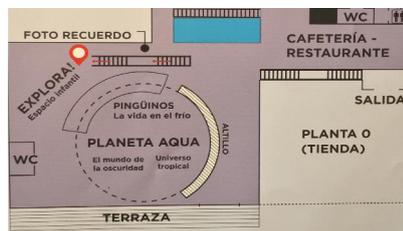


Figura 16. Plano de la primera planta +1 de L' aquàrium Barcelona capturado por Nuria Rodríguez

➤ Planeta Aqua

En el año 2.001 se amplió la colección biológica, abriendo una planta de 4.000 m² con seis zonas diferenciadas llamada Planeta Aqua, mostrando ecosistemas marinos y dulceacuícolas. La importancia de mares y océanos es fundamental, ya que cerca de tres cuartas partes de nuestro planeta están cubiertas de agua, donde se encuentran muchas formas de vida que se han adaptado a las diversas condiciones del medio acuático: el frío glacial, la oscuridad de los abismos o las cálidas aguas tropicales.

1. La vida en el frío

Los pingüinos pertenecen a un grupo de aves de la familia Spheniscidae, a pesar de ser aves no vuelan, sino que tienen las alas adaptadas para la natación.

Las 17 especies de pingüinos que existen sólo habitan en el hemisferio Sur. Los pingüinos no habitan únicamente en climas fríos, también en climas templados o tropicales.

Tienen el vientre claro y el dorso oscuro, como sistema de camuflaje para confundirse en el agua. Están recubiertos de plumas para mantener el calor. Al ser animales de sangre caliente, poseen gruesas capas de grasa que repelen el agua y los aíslan del frío.

Se trata de animales monógamos, forman parejas estables, conservando la pareja durante toda la vida y habitan en nidos (véase fig. 18) que construyen lejos del agua.

Las estrellas de L' aquàrium Barcelona son una colonia de pingüinos de Humboldt: *Spheniscus humboldti* (Meyen, 1834), (véase fig. 17) formada por 21 individuos, 11 machos y 10 hembras, y, hasta ahora, han nacido 12 polluelos (véase Anexo. 2).



Figuras 17 y 18. Fotografías realizadas por Nuria Rodríguez de los ejemplares de pingüinos de Humboldt en colonia (izquierda) y pareja (derecha) del Aquarium de Barcelona

Es una especie gregaria, natural de las corrientes marinas de Humboldt. Se trata de una especie en peligro de extinción y su peso comprende entre 3 y 5 kg de media. Estos animales pueden comer hasta un 14% diario de su peso corporal.

Pueden criar 2 veces al año. Realizan puestas de dos huevos que incuban durante 40 días. Los polluelos no salen del nido hasta los 2 meses de edad. Los pingüinos jóvenes tienen el vientre plateado. Una vez al año mudan de pluma, y en este período que dura una semana aproximadamente, muestran un aspecto más desaliñado de lo habitual. Se ha comprobado que comen más antes de la muda para tener suficientes reservas para la muda, ya que cuando mudan no entran en el agua, con lo cual no se alimentan.

A menudo restriegan el pico por su cuerpo para acicalarse porque en la base de la cola tienen una glándula que produce un aceite que impermeabiliza las plumas.

Los pingüinos se encuentran ubicados en una pingüinera, un tanque diseñado para mantener sus condiciones climáticas naturales, de modo que presenta una capacidad de 110.000 L y una temperatura de 17 °C (Aquariumbcn.com, 2019).

2. El mundo de la oscuridad

Dentro de esta reproducción de cachalote a tamaño real se puede descubrir la inmensidad del universo marino y conocer a las medusas, conocidas como “mariposas de mar” ya que presentan durante su ciclo vital dos formas de vida, las medusas se reproducen sexualmente y dan lugar a los pólipos, que viven fijos en el fondo y éstos, de forma asexual, dan lugar a nuevas medusas de vida libre (Aquariumbcn.com, 2019).

(CM-2) colección biológica:

Medusa luna o común: *Aurelia aurita* (Linnaeus, 1758):

Pertenece a la familia Ulmaridae de la clase Scyphozoa. Se trata de una de las especies de medusas más numerosas y de distribución más cosmopolita. Es frecuente en primavera en la costa mediterránea (véase fig. 19).



Figuras 19 y 20. Fotografías realizadas por Mercedes Pérez de los ejemplares de *Aurelia aurita* (izquierda) y *Cassiopeia xamachana* (derecha) del Aquarium de Barcelona

Medusa invertida: *Cassiopeia xamachana* (R. P. Bigelow, 1892):

Pertenece a la familia Cassiopeidae de la clase Scyphozoa. Su nombre se debe a que vive con la umbrela adherida al fondo y con los tentáculos orientados hacia arriba. Su coloración entre verdosa y marrón se debe a las zooxantelas, unas algas simbióticas que acoge en sus tentáculos que extiende para absorber la luz necesaria para que las algas realicen la fotosíntesis y de este modo obtener oxígeno y nutrientes (véase fig. 20).

3. El universo tropical

Muestra la recreación de los tres tramos de un río tropical: curso alto, curso medio y curso bajo. En la desembocadura de estos ríos se encuentran los manglares donde se refugian las crías de muchos peces marinos (Aquariumbcn.com, 2019).

La climatología de este hábitat lo dotan de una rica biodiversidad de especies.

El ejemplo más espectacular de río tropical es el Amazonas, con más de 1300 especies.

- Curso alto:

Sus aguas son rápidas, limpias, frías y oxigenadas. Los peces presentan un sistema sensorial llamado línea lateral que les sirve para orientarse en las corrientes, para localizar obstáculos o para huir de sus depredadores.

Pez disco: *Symphysodon aequifasciata axelrodi* (Heckel, 1840):

Se trata de un pez perciforme perteneciente a la familia Cichlidae (véase fig. 21). Su cuerpo redondeado presenta una coloración variable: verde, rojo o azul con manchas blancas y negras. Los adultos segregan entre sus escamas una sustancia lechosa, con la que alimentan a los alevines (Animalandia.educa.madrid.org, 2019).



Figuras 21 y 22. Fotografías realizadas por Nuria Rodríguez de los peces disco (izquierda) y peces escalares (derecha)

Pez ángel escalar: *Pterophyllum scalare* (Schultze, 1823):

Pertenece a la familia Cichlidae del orden perciformes (véase fig. 22). Se trata de una de las especies de peces tropicales más populares en el mundo de la acuariofilia.

- Curso medio:

En este tramo predomina el transporte de materiales

Colección biológica: pacu: *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816), pez gato: *Ameiurus melas* (Rafinesque, 1820), pleco: *Hypostomus plecostomus* (Linnaeus, 1758).

Piraña roja (*Pygocentrus nattereri*):

Pertenece a la familia Characidae del orden Characiformes. Son peligrosas durante la época seca, cuando quedan atrapadas en zonas donde se termina el alimento. La sangre las atrae y pueden atacar a grandes animales heridos o cadáveres.

Cíclido limón: *Amphilophus citrinellus* (Günther, 1864), (véase fig. 23).



Figura 23. Fotografía realizada por Nuria Rodríguez al ejemplar de cíclido limón del Aquarium de Barcelona

- Curso bajo:

Este tramo vierte sus aguas en el mar. Predomina la sedimentación de los materiales transportados que hace que las aguas sean turbias.

Colección biológica: arowana: *Osteoglossum bicirrhosum* Cuvier (ex Vandelli), 1829).

Dragón de agua chino: *Physignathus cocincinus* (Cuvier, 1829):

Se trata de un reptil exclusivo de China y del sureste asiático perteneciente a la familia Agamidae del orden Squamata (véase fig. 24).

Los machos pueden llegar a medir hasta 1 m de longitud, mientras que las hembras son más pequeñas. Presenta bandas transversales alternas claras y oscuras. Entre los ojos presentan una mancha fotosensible, el "ojo pineal". La coloración varía desde el verde brillante hasta pardo oscuro. En los machos son bien patentes unas glándulas a la altura de las ingles, con las que señalan su territorio (Animalandia.educa.madrid.org, 2019).



Figuras 24, 25 y 26. Fotografías realizadas por Nuria Rodríguez al dragón macho (izquierda), camaleones pantera (centro) y basilisco (derecha) del Aquarium de Barcelona

Tortuga de caparazón blando espinosa: *Apalone spinifera* (Lesueur, 1827).

Camaleón del Yemen: *Chamaeleo calyptratus* (Duméril & Bibron, 1851).

Camaleón pantera: *Furcifer pardalis* (Cuvier, 1829):

Reptil saurópido perteneciente a la familia Chamaeleonidae (véase fig. 25). Forman parte de los camaleones más grandes existentes. Los machos pueden alcanzar los 55 cm y 6 años y las hembras 35 cm y 3 años de vida.

Basilisco verde: *Basiliscus plumifrons* (Cope, 1876):

Reptil iguánido perteneciente al orden Squamata nativo de América latina (véase fig. 26). Puede correr a una velocidad de 11 km/h por encima del agua debido a unas membranas especiales que tiene en las patas y sumergirse durante más de 30 minutos. Los machos presentan una cresta en la cabeza y en la cola, mientras que las hembras sólo presentan la cresta en la cabeza (Animalandia.educa.madrid.org, 2019).

4. El laboratorio de mar (Altílo circular)

Se pueden observar fósiles, fenómenos como el camuflaje, la simbiosis o aspectos medioambientales y geográficos (Aquariumbcn.com, 2019).

- Acuarios tropicales:

Colección biológica: apogón pijama: *Pterapogon kauderni* (Koumans, 1933), pez mandarín: *Synchiropus splendidus* (Herre, 1927).

Pez payaso común: *Amphiprion ocellaris* (Cuvier, 1830):

Se trata de un pez perciforme perteneciente a la familia Pomacentridae. Estos peces son pequeños de color naranja brillante con tres franjas blancas y un margen negro fino que las rodea (véase fig. 28). Se trata de un animal gregario que vive en los arrecifes de coral entre los tentáculos de las anémonas de mar, estableciendo una

relación de simbiosis (véase fig. 27), ya que los peces se protegen entre los tentáculos venenosos de las anémonas y a cambio las alimentan, desparasitan y las airean para oxigenarlas. Su reproducción es ovípara.

Anémona de mar: *Anemonia sulcata* (Pennant, 1777):

Invertebrados pegados a las rocas que presentan células urticantes “cnidocitos”, que utilizan para capturar a sus presas y defenderse (Aquariumbcn.com, 2019).



Figuras 27 y 28. Fotografías realizadas por Mercedes Pérez de los ejemplares de pez payaso del Aquarium de Barcelona

- Acuarios de peces venenosos:

Colección biológica: escórpora: *Scorpaena porcus* (Rafinesque, 1810), rata de mar: *Uranoscopus scaber* (Linnaeus, 1758).

Pez piedra: *Synanceia horrida* (Linnaeus, 1766), (véase fig. 29).

Pertenecientes ambas especies a la familia Synanceiidae del orden Scorpaeniformes.



Figura 29. Fotografía realizada por Nuria Rodríguez del ejemplar de pez piedra del Aquarium de Barcelona

Roca verrugoso: *Synanceia verrucosa* (Bloch & J. G. Schneider, 1801):

Gracias a su aspecto verrugoso se camufla en el entorno para pasar totalmente desapercibido de los depredadores. El mimetismo consiste en cambiar de color según el entorno existente, gracias a unas células denominadas cromatóforos.

Las aletas tienen algunos radios duros transformados en espinas que contienen glándulas venenosas, que pueden inyectar veneno. Se trata del pez más venenoso del mundo, su veneno afecta a las células y al sistema nervioso, y es 200 veces más potente que el de la serpiente cobra. Su picadura puede provocar la muerte en pocos segundos.

Existe un antídoto específico que neutraliza la toxina, pero la curación es lenta. Pasan la mayor parte del tiempo quietos.

- Caballito de mar barrigudo: *Hippocampus abdominalis* (Lesson, 1827):



Figura 30. Fotografía realizada por Nuria Rodríguez del ejemplar de caballito de mar barrigudo macho con la bolsa incubadora del Aquarium de Barcelona

Pertenecientes a la familia Syngnathidae del orden Syngnathiformes. Se trata de una de las especies de caballitos de mar más grandes. Su forma y coloración les permite confundirse con la vegetación camuflándose. Presenta el abdomen inflado, más vistoso en los machos por la presencia de una bolsa incubadora (véase fig. 30), donde la hembra deposita unos 200 huevos y éste los fecunda e incuba durante unas 4 semanas (Animalandia.educa.madrid.org, 2019).

-Acuarios de paludarios (anfibios):

Son vertebrados que pasan su vida entre el medio acuático y el terrestre. Se consideran unos buenos indicadores ambientales. Actualmente un 32% de las especies de anfibios están en peligro de extinción.



Figuras 31, 32 y 33. Fotografías realizadas por Nuria Rodríguez a los ejemplares de dendrobátidos (izquierda), salamandra (centro) y ajolote negro (derecha) del Aquarium de Barcelona

Rana flecha amarilla: *Dendrobates leucomelas* (Steindachner, 1864), (véase fig. 31):

Se trata de una especie de anuro perteneciente a la familia de los dendrobátidos. Estas ranas son conocidas como ranas venenosas de dardo, caracterizadas por las vistosas

coloraciones que advierten de su toxicidad, ya que algunas especies secretan alcaloides tóxicos por la piel para defenderse de sus depredadores.

Rana flecha venenosa dorada: *Phyllobates terribilis* (Myers, Daly & Malkin, 1978) se trata de una especie de anuro perteneciente a la familia de los dendrobátidos. Esta especie presenta uno de los venenos más fuertes que existen.

Salamandra tigre: *Ambystoma tigrinum* (Green, 1825), (véase fig. 32):

Ajolote: *Ambystoma mexicanum* (Shaw & Nodder, 1798):

Se trata de un anfibio perteneciente al orden caudata que mantiene algunas características larvianas; el adulto tiene aspecto de renacuajo gigante y las branquias externas plumosas. Este fenómeno es conocido como neotenia. La mayoría de los ajolotes en la naturaleza son negros (véase fig. 33), pero en cautividad hay individuos con coloraciones más claras.

5. Aquascaping

Takashi Amano es el creador del fenómeno Aquascaping. Diseñó el Acuario Natural y paisajista (Natural Aquarium), estilo que recrea paisajes naturales subacuáticos: tramos de afluentes, de ríos y lago, con sus plantas, musgos, troncos, rocas y gravas, etc. Existen varias modalidades de Aquascaping: paludarium, ryuboku o iwagumi (véase fig. 34).



Figura 34. Fotografías realizadas por Nuria Rodríguez de los acuarios de Aquascaping del Aquarium de Barcelona

Paludarium: proveniente de “palustre” que significa pantanos y “arium” que significa un recinto cerrado. Estos ambientes pueden representados bosques tropicales, selvas, ríos, etc. El paludario pone una mezcla entre acuario y terrario. El entorno ideal para los anfibios.

Ryuboku ‘Learn from nature, create nature’: consiste en la recreación de bosques y paisajes naturales. Integra en el acuario troncos y ramas en composiciones unitarias. Habitualmente se agrupan musgos y plantas epifitas en las uniones para crear dicho

efecto. El paisaje puede tener rocas, pero nunca como componentes fundamentales del paisaje. Entorno ideal para peces.

Iwagumi 'Balance of nature': recreación de un paisaje acuático rocoso de perspectiva lejana. El alma del paisaje es una estructura con rocas, combinadas en una composición impar, de tres o más rocas: la principal (*oyashi*) flanqueada por dos menores, pero no idénticas (*fukuishi* y *soeishi*, respectivamente). El acuario natural es un micro ecosistema donde cada organismo cumple una función indispensable en el equilibrio.

6. Acuario de rayas

En el Planeta Aqua se puede admirar cómo nadan distintos tipos de mantarrayas, pastinacas o el pez guitarra gracias a un tanque abierto de 20.000 litros de agua.

Pez guitarra: *Rhinobatos rhinobatos* (Müller & Henle, 1837):

Pertenece a la familia Rhinobatidae del orden Hypotremata. Presenta una zona frontal aplanada y se asemeja a la forma de un tiburón. Dispone de una hilera de espinas a lo largo del dorso parduzco. Se encuentra descansando en el fondo (véase fig. 35).



Figura 35. Fotografía realizada por Nuria Rodríguez del pez guitarra del Aquarium de Barcelona

7. Explora

Espacio interactivo para dar a conocer el mundo marino a los niños, en él se representan tres ambientes de la costa mediterránea: las marismas del Delta del Ebro, la Costa Brava y la cueva submarina de las Islas Medas (Aquariumbcn.com, 2019).

En la actividad dirigida al público que permite interactuar con una especie exótica invasora: *Cyprinus carpio koi* (Linnaeus, 1758) los visitantes pueden alimentar a las carpas con un biberón preparado con un pienso específico, y las cantidades suministradas están calculadas para satisfacer sus necesidades alimentarias diarias.

2. Objetivos

El trabajo consistirá eminentemente en las prácticas de formación del máster de Acuicultura desarrolladas en el Aquarium de Barcelona durante los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2018. En cuyo período de tiempo amplié mis conocimientos acerca del funcionamiento de la empresa y la adquisición de habilidad en el mantenimiento y manejo de los animales. Siendo estas prácticas de gran interés tanto científico como profesional en el mercado laboral de cara al futuro.

El trabajo se desenvolverá principalmente en los siguientes ámbitos:

(1) mantenimiento y manejo de las colecciones animales. Peces, invertebrados, reptiles, anfibios y aves (pingüinos); (2) mantenimiento y manejo de los diferentes acuarios; (3) mantenimiento y manejo de los equipos de L.S.S. y filtración; (4) aprendizaje de los sistemas analíticos de control y mantenimiento de la calidad de agua; (5) ajustes de parámetros de corales; (6) curso de buceo “Open water dive” de ACUC; (7) inmersión con tiburones en el oceanario de L’ aquàrium; (7) traslado y aclimatación de ejemplares.

3. Material y métodos

3.1. Galerías

Los animales de L’ aquàrium, para poder estar en buenas condiciones, tienen que comer lo mejor posible, por lo que diariamente se prepara una variedad dietas a base de pescado entero o troceado, mejillones, plancton vivo y complementos vitamínicos (Aquariumbcn.com, 2019), en función del tamaño de la boca y se lanza lentamente en el agua para evitar que se acumulen restos de materia orgánica y den lugar a nitratos y fosfatos perjudiciales para la calidad de agua del acuario y para los organismos que habitan en él. Cuando hay lluvias torrenciales y los pozos captan el agua por debajo de la salinidad óptima éstos se cierran y no se alimenta a los animales de los acuarios de agua salada para evitar el aumento de amonio (Aquariumbcn.com, 2019).

Los animales de los acuarios mediterráneos comen tres veces por semana: lunes, miércoles y viernes (véase tabla. 1), y en los acuarios tropicales comen todos los días dos

veces diarias. Esto se debe a que, con una temperatura más baja, como la del Mediterráneo (18 °C), los peces presentan un metabolismo bajo, por lo que no requieren mucho alimento, mientras que en los acuarios tropicales la temperatura es mayor (25-26 °C), y los peces presentan un metabolismo más rápido y necesitan más alimento.

3.1.1. Acuarios mediterráneos

- Alimentación

Tabla 1. Alimentación de acuarios mediterráneos

Acuarios mediterráneos	Alimentación	Preparación
<i>Comunidad de posidonia</i>	- Salpas: mejillón y gamba	Trozos pequeños
	-Salmonete: misidáceos	Repartidos por el fondo
<i>Comunidad de la zona intermareal</i>	-Lisas: escama grande + papilla de mejillón y gamba	Escama desmenuzada Papilla muy troceada
	-Pulpos: pescado entero	Fileteado y con espinas
<i>Un pellizo de mar</i>	-Palometas: mejillón y gamba	Trozos medianos por la superficie
	-Rayas: pescado + calamar	Trozos grandes por el fondo
<i>Comunidad de coral rojo</i>	- Gorgonias: fitoplancton liofilizado + nauplio	Cubo de nauplios conectado a una bomba peristáltica
<i>La vida en el bentos</i>	-Pastinacas: camarón + gamba con cáscara	Un par de puñados
	-Pulpos: calamar	Enteros

- Tratamientos

Las palometas del acuario diez presentaban la enfermedad del punto blanco, causada por el parásito ciliado “*Cryptocarium irritans*”, por lo que hubo que vaciar el acuario de arena, y desinfectarla con legía concentrada. Mientras tanto cada día en el acuario se colocaba un limpia fondos hasta que finalizase el ciclo de vida del parásito.

- Pequeños acuarios de posidonia

- Alimentación

Se lleva a cabo todos los días en una única toma (véase tabla. 2).

Tabla 2. Alimentación de Posidonia

Posidonia	Alimentación	Observaciones	Limpieza mediante sifonado
------------------	---------------------	----------------------	-----------------------------------

<i>Caballitos de mar (CV-1)</i>	Misidáceos congelados o artemia congelada	Preferencia por misidáceos congelados	Todos los días
<i>Agujas (CV-2)</i>	Misidáceos congelados o artemia congelada	Preferencia por misidáceos congelados	Todos los días
<i>Sepias (CV-3)</i>	Misidáceos vivos o artemia enriquecida con fitoplancton	- Jóvenes: alimento vivo - Adultos: alimento muerto	Un par de días por semana
<i>Bogavante (CV-4)</i>	Camarón, gamba con cáscara o pescado (arenque con espina)	La gamba con cáscara genera el exoesqueleto	Un par de días por semana
<i>Pintarrojas (CV-5)</i>	L/ X/ V: pescado azul (arenque) o blanco (maira) M y J: calamar o gamba	- Pintarrojas: comen en superficie - Alitanes y raya: comen en el fondo	Un día a la semana

- Limpieza de acuarios

- Limpieza mediante sifonado: se ceba el sifón aspirando por la boca, de modo que se renueva parte del agua del acuario y se sifona la arena subiendo y bajando el sifón.

- Limpieza de metacrilatos: se emplea un imán que consta de dos partes que al juntarse eliminan la suciedad del acuario gracias a sus fibrillas, por lo que resulta muy útil.

La limpieza de metacrilatos y de ciclorama se realiza un par de días por semana.

- Limpieza de arenas:

La arena del acuario de caballitos supone una fuente de flagelados, por lo que hubo que extraer toda la arena del acuario con salabre, sifonarlo y añadir arena nueva.

- Tratamiento con formol

Se añade formol (2,5 ml/ 200 L) para eliminar los ciliados que presentan las agujas. Este tratamiento se realiza periódicamente cuando presentan manchas blancas

- Revisión de huevos de tiburón o bolsos de sirena

Se colocan en un alambre en posición vertical amarrados con los zarzillos. Hay que evitar que dispongan de mucha cantidad de mucus, ya que algún pintarroja queda atrapado con problemas de hiperventilación. En su interior se puede apreciar el desarrollo del embrión del tiburón (véase fig. 36). Diariamente se comprueba si aparece alguno podrido (si flota o presenta zonas blancas) para evitar contaminación, y se seleccionan huevos vacíos para la colección de aulas de educación y los fecundados para el acuario de huevos de raya y pintarrojas de cuarentena.



Figura 36. Fotografía realizada por Nuria Rodríguez de los huevos de pintarroja del Aquarium de Barcelona

3.1.2. Acuarios tropicales

- Alimentación

Se lleva a cabo todos los días en varias tomas. La primera se realiza a las 09:00 horas y varía según el día; lunes, miércoles y viernes se preparan cinco láminas de alga desmenuzadas y martes y jueves se cortan dos kiwis, en trozos pequeños y grandes.

La segunda toma se realiza a las 13:00 h y varía en función del acuario (véase tabla. 3).

Tabla 3. Alimentación de acuarios tropicales

Acuarios tropicales	Alimentación (2º toma)	Preparación
<i>Tiburones de aguas tropicales</i>	-Peces: mejillón y gamba	Muy troceados
	-Tiburones: un cubo de calamar, pescado azul o pescado blanco	Al alimento se le inyectan vitaminas "Vitallity" y se administra con pinzas
<i>El arrecife de coral tropical</i> <i>El mar Caribe</i> <i>La gran barrera de coral</i> <i>El mar rojo</i>	2 bolas tropicales + un puñado de camarón	Las bolas se pegan a las paredes para que los peces vayan picando
<i>Peces venenosos y agresivos tropicales</i>	-Peces: calamar + pescado	Trozos grandes
	-Morena: un calamar	Limpio y entero
<i>El atolón tropical</i>	-Peces: mejillón y gamba	Trozos medianos
	-Tiburones: pescado	Trozos grandes

3.1.3. Acuarios temáticos

3.1.3.1. Corales tropicales y granja de corales

- Alimentación

Se realiza todos los días en varias tomas (véase tabla. 4). En la primera se añade fitoplancton que contiene las microalgas *Dunaliella* y *Nannochloropsis* y oligoelementos en pequeñas cantidades mediante una bomba peristáltica que regula su cantidad.

Tabla 4. Alimentación de corales

Alimentación	Lunes/ miércoles/ viernes	Martes y jueves
1 ^º toma	Fitoplancton + Oligoelementos	Fitoplancton + oligoelementos
2 ^º toma	Reef pulse + Misidáceos o Artemia congelados	Nauplios + misidáceos o artemia congelados + artemia viva

- Parámetros

Este acuario dispone de un sistema de filtración común que presenta protein skimmer, filtro de arena, filtrinas y biobolas, pero además dispone de aparatos y parámetros que necesitan revisarse diariamente. Estos parámetros son los siguientes:

- Temperatura: (25 °C). Para mantenerla estable el acuario dispone de una enfriadora que se activa cuando supera el valor y un calentador que se activa a menos de 25 °C.
- Reactor antifosfatos: para reducir los fosfatos pueden emplearse varios sistemas: reactor antifosfatos o NoPoX, pero no pueden usarse a la vez. Por lo tanto en los acuarios de corales se emplea el reactor antifosfatos; aparato que evita la acumulación de fosfatos perjudiciales para los corales. Contiene unas bolas negras de resina antifosfatos de base férrica. Se emplea esta base porque funciona mejor y de forma más rápida que la base aluminica, que trabaja a largo plazo eliminando los fosfatos de forma lenta, por lo que no se recomienda emplear esta resina para los fosfatos. Esta se renueva cada 6 semanas aproximadamente.
- Carbono activo: bolas de color negro que absorben toxinas que desprenden los corales. Es conveniente ponerlo cada 15 días/ 24 h, en vez de todos los días, ya que además de matar toxinas también mata aminoácidos y otros elementos importantes.
- Reactor de calcio: regula la alcalinidad de los corales. En su interior contiene arena coralígena que mediante aporte de dióxido de carbono (CO₂) se acidifica, disminuyendo el pH. En función de la concentración de burbujas existe un mayor o menor contenido de carbono. El reactor emite mediante un tubo bicarbonatos al acuario de corales, que estos aprovechan para generar sus esqueletos. Cabe destacar que es necesario reponer cada cierto tiempo las rocas calcáreas, ya que estas se disuelven.

- Reguladores de la alcalinidad (reguladores de pH): se aplican dos productos de carbonato para compensar la acidez desprendida por el reactor de calcio y regular así el pH del acuario aumentándolo. Por un lado se emplea un tamponador llamado KW (Kalwasser) o hidróxido de calcio que aumenta el pH. Por otro lado, se podría emplear también KH (hidruro de potasio) o buffer de bicarbonato, para regular la dureza del agua y controlar que el reactor no aporte muchos carbonatos al agua. Sin embargo, en el Aquarium no se emplea debido a que el reactor de calcio funciona correctamente.

- Sonda de nivel: dispositivo que regula la salinidad y detecta la pérdida de agua del acuario por evaporación, rellenándolo con agua de osmosis (en el acuario de corales), es un agua pobre en sales, agua de mineralización débil, ya que ha de ser lo más neutra posible, o con agua destilada (granja de corales). Esta diferencia de emplear una y otra es por comodidad, ya que el acuario de corales dispone de un grifo con agua de red que contiene cloro y cal y se hace pasar por un filtro de osmosis, y en la granja se compró un osmolator, que presenta una sonda que detecta el nivel de agua y está conectada a una bomba que hay en un depósito que contiene agua destilada. Entonces entra agua destilada para compensar el aumento de salinidad porque al tratarse de agua caliente tiende a evaporarse y queda agua salada que no interesa para los corales.

- Preparación de agua artificial

Los corales disponen de un troncocónico a mayores donde se fabrica agua artificial. Para prepararla se añaden sales y oligoelementos (a partir de un preparado para corales de Red sea) y garrafas de 15 L de agua destilada en presencia de aireador.

El agua de corales presenta una salinidad del 33 ‰, lo que quiere decir que hay 33 g de sal en 1 L agua. De modo que se necesita saber qué cantidad de sal hay que añadir. Si en 1 L hay 33 g de sal, en 150 L hay X gramos de sal, por tanto:

$150 \text{ L} \times 33 = 4950 \text{ g} \div 1000 = 4,9 \text{ kg}$ de sal hay que añadir, redondeando se añadirían 5 kg de sal del producto (Rea sea) que contiene sal y oligoelementos.

3.1.4. Planeta Aqua

3.1.4.1. Pingüinos de Humboldt

- Alimentación

Se trata de una actividad dirigida al público donde se alimentan a los 21 pingüinos todos los días de la semana en dos tomas diarias. La primera toma es a las 11:30 horas y la segunda toma a las 16:30 horas. En cada toma se le aporta a cada pingüino un pescado con una pastilla de vitamina (Biotin B2) y se anota cuales tomaron la pastilla en una lista con sus nombres, ya que a los que no la ingieren hay que intentar dársela de nuevo en la segunda toma. A continuación se les da de comer un cubo lleno de pescado (maira o sprat). Para ofrecerles el pescado hay que dárselo en posición horizontal y elegir ejemplares grandes para que los pingüinos los engullan con el pico.

- Tratamientos

Los pingüinos disponen de una una cuarentena donde se tratan si están enfermos. Hubo que trasladar varios pingüinos que presentaban heridas, manipulándolos por la parte de atrás de la cabeza y por medio de las patas y se les aplicó una pomada.

- Limpieza de la pingüinera

Se realiza todos los días de la semana de lunes a viernes y bien sábado o domingo a las 09:30 horas. La limpieza consiste en eliminar con manguera y escobón los excrementos y orina depositados en las rocas y limpiar los cristales con agua clorada.

3.1.4.2. Río de agua dulce

- Limpieza

Se limpian todos los Skimmers de superficie de cada acuario y se realiza una limpieza mediante sifonado y metacrilatos dos veces por semana.

- Alimentación

Se lleva a cabo todos los días en varias tomas (véase tabla. 5). La primera toma se realiza a las 09:00 horas y la segunda toma a las 13:45 horas (véanse fig. 37 y 38).



Figuras 37 y 38. Alimentación de río de agua dulce y altillo, 1ª toma (izquierda) y 2ª toma (derecha)

Tabla 5. Alimentación de universo tropical

Acuarios de río	1º toma	preparación	2º toma	preparación
Río alto 1 (Pez disco)	Pienso pequeño + escama	1 puñado Desmenuzada	Disco food en agua desclorada	Se reparte mediante pipeta
Río alto 2 (Escalares)	Pienso pequeño + escama	1 puñado Desmenuzada	Larva roja de mosquito	Se reparte mediante pipeta
Río medio 1 (Pirañas, pacus)	Pienso de tamaño grande	3 puñados	Pescado azul	Trozos grandes
Río medio 2 (Pez gato, cíclidos y raya)	Pienso de tamaño grande	3 puñados	Mejillón y gamba Cola de pescado	Papilla en trozos medianos Mediante pinza
Río bajo 1 Peces	Escama	Desmenuzada	Mejillón y gamba	Papilla triturada
Arowanas	Pienso de arowanas	1 puñado (es muy energético)	Pescado	Trozos medianos
Sapo	Grillos grandes	1 taper		
Dragones	Langostas o pollo congelado	1/ejemplar		
Raya			Cola de pescado	Mediante pinza
Río bajo 2 Peces pequeños	Pienso pequeño + escama	1 puñado Desmenuzada	Mejillón y gamba	Papilla triturada
Peces africanos	Pienso mediano	1 puñado	Pescado	Trozos medianos
Tortuga			Cola de pescado	Mediante pinza
Camaleones	Langostas	1/ejemplar		
Basilisco	Langostas	1/ejemplar		

3.1.4.3. Altillo

- Alimentación

Se lleva a cabo todos los días en varias tomas (véase tabla. 6). La primera se realiza a las 08:00 horas y la segunda toma a las 13:30 horas. Los peces tropicales comen todos los días, los mediterráneos comen lunes, miércoles y viernes y los ajolotes lunes y viernes. Los anfibios se alimentan todos los días en la primera toma (véase tabla. 7).

Tabla 6. Alimentación de altillo

Acuarios Altillo	1º toma	preparación	2º toma	preparación
Peces payaso y anémonas	Misidáceos congelados	Mediante pipeta	Artemia viva	Mediante pipeta

<i>Apogones</i>	Misidáceos congelados +	Mediante pipeta	Artemia viva	Mediante pipeta
<i>Manzana de mar</i>	Nauplio con origo	¼ de jarra	Nauplio	¼ de jarra
<i>Pez mandarín</i>	Misidáceos congelados	Mediante pipeta	Artemia viva	Mediante pipeta
<i>Pez rata</i>	Pescado azul	Trozos grandes mediante pinza		
<i>Escórporas</i>	Pescado azul	Trozos grandes mediante pinza		
<i>Ofiuras</i>	Mejillón	Trozos pequeños		
<i>Pez piedra</i>	Pescado azul	Trozos grandes mediante pinza*		
<i>Caballitos de mar</i>	Misidáceos congelados	Mediante pipeta	Artemia viva	Mediante pipeta
<i>Gorgonia</i>	Nauplio y origo	¼ de jarra	Nauplio	¼ de jarra
<i>Pez cristal</i>	Larva roja de mosquito	Mediante pipeta		

*Se alimentan con pinza puesto que el pez piedra es el pez más venenoso y mortal.

Tabla 7. Alimentación de paludarios

Paludarios	1º toma	preparación
<i>Ranas Dendrobates</i>	Grillos pequeños	1 taper
<i>Rana flecha venenosa dorada</i>	Grillos medianos	1 taper
<i>Salamandra</i>	1 gamba o trozo de disco food	Alternando
<i>Ajolotes</i>	Trozos de corazón de vaca	2 trozos pequeños a cada ejemplar mediante pinza

- Limpieza

Se limpian los metacrilatos con imán y limpiacristales.

3.1.4.4. Acuario de rayas

- Alimentación

En el Aquarium realizan la actividad dirigida al público de alimentación de las rayas todos los días a las 14:00 horas (véase tabla. 8).

Tabla 8. Alimentación del acuario de rayas

Animales	Alimentación	Preparación
<i>Pez guitarra</i>	Calamar, chipirones, pescado azul o blanco	Un pescado o calamar entero
<i>Rayas</i>	Calamar, chipirones, pescado azul o blanco	Trozos grandes

- Limpieza

Consiste en: limpieza de luces mediante rascado con tarjeta una vez a la semana y limpieza periódica de metacrilatos y de ciclorama una vez al mes con vileda.

3.2. Cuarentena

Todos los organismos, al llegar a L' aquàrium de Barcelona, tienen que aclimatarse a su nuevo entorno antes de introducirlos en el tanque de exposición. Para ello el centro dispone de una sala con 48 tanques que permite tenerlos aislados (véase fig. 39). En estos tanques se encuentran ejemplares como pez payaso, pez napoleón, pez globo, pintarrojas o peces de agua dulce. Esta estancia inicial permite eliminarles el estrés ocasionado por el transporte, y controlar las posibles enfermedades y parásitos que puedan tener y transmitir al resto de animales. La sala de cuarentena también actúa como hospital. Los animales enfermos o heridos pasan en esta estancia el período de convalecencia, aplicando el tratamiento adecuado en cada caso. La sala destaca por la reproducción de animales, depositando los huevos en un acuario y cuidando las crías hasta que puedan trasladarse a los acuarios grandes (Aquariumbcn.com, 2019).

Otras labores de esta sala son la alimentación, limpieza mediante sifonado de los tanques y mantenimiento y cosechado de artemia viva. Esta artemia viene descapsulada. También se registran los ejemplares trasladados y muertos del Aquarium.



Figura 39. Instalación de la sala de cuarentena del Aquarium de Barcelona

3.2.1. Preparación de dietas

Se preparan dietas diariamente para los acuarios tropicales y lunes, miércoles y viernes para oceanario y acuarios mediterráneos. Para preparar las dietas se estima la biomasa de animales presentes en función del volumen de agua de cada acuario y se elabora una tabla con los diferentes acuarios y gramos de cada alimento (véase Anexo. 3).

3.2.2. Aclimatación y traslado de peces

Seleccionamos peces tropicales de cuarentena: *Amphiprion ocellaris* y *Amblygobius decussatus* para trasladar a acuarios tropicales de galerías. Para determinar en qué acuario destinarlos hubo que consultar una guía de especies con el fin de identificar a qué mares pertenecen. Como las salinidades de cuarentena y acuarios tropicales son diferentes hay que igualarlas, para ello se introducen a los peces en tanques con el agua del tanque de origen añadiendo una toma de aire y se añade agua mediante goteo desde el acuario de destino hasta igualar los parámetros de ambos tanques. Finalmente se depositan los peces mediante salobre en el acuario y se anotan los traslados en cuarentena con nombre científico, talla y acuarios de origen y de destino.

3.3. Laboratorio

Se analizan cada día el agua de todos los tanques del centro, con el objetivo de que se reúnan las condiciones fisicoquímicas óptimas para la vida de los animales. Otra tarea consiste en controlar las patologías; estudiar las enfermedades de los peces y preparar los tratamientos adecuados para curarlos (Aquariumbcn.com, 2019) y realizar necropsias mediante raspado y disección, que tratan de determinar las posibles causas de la muerte de los peces para poder estudiarlas y evitarlas más adelante (véase fig. 40).



Figura 40. Instalación del laboratorio del Aquarium de Barcelona

- Analíticas de agua

Se realizan analíticas de los parámetros: redox, (NO_2^-) , (NO_3^-) , (NH_4^+) , T^{a} y pH mediante sondas y salinidad mediante instrumentos como el refractómetro o el densímetro.

Los acuarios de corales y de la granja de reproducción de corales necesitan una rigurosa atención diaria (véase Anexo. 4), ya que el desajuste de algún parámetro puede suponer importantes inconvenientes o la muerte de estos animales (véase tabla. 9).

Tabla 9. Analíticas del acuario de corales

Parámetro	Tipo de test	Medición	Valor recomendado
Alcalinidad (KH)	- Palintest: espectrofotómetro	Valores del blanco y del agua con la pastilla	125-200 ppm
	- Red sea: colorimétrico	Cambio de coloración azul-verde	
Magnesio (Mg)	- Red sea: colorimétrico	Cambio de coloración fucsia-azul oscuro	1200-1300 ppm
Calcio (Ca ²⁺)	Salifert: colorimétrico	Cambio de coloración rosa claro-azul grisáceo	400 ppm
Iodine (I ₂)	- Red sea: colorimétrico	Intensidad de coloración naranja entre el estándar y el agua del acuario	40-60 µg/L
Nitratos (NO ₃ ⁻)	- Red sea: colorimétrico	Intensidad de color rosa entre el blanco y el agua	< 0,02 ppm
Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	- Red sea: colorimétrico	Intensidad de color azul entre el blanco y el agua	< 0,03 ppm

3.4. Oceanario



Figura 41. Instalación del tanque de oceanario del Aquarium de Barcelona

- Alimentación

Todos los días a las 11:00 horas se alimenta a las Águilas y corvinas del oceanario (véase fig. 41). Su alimentación consta de un cubo de pescado (arenque). Las águilas se acercan

al bordillo aleteando y se les suministra el pescado en la boca en posición horizontal. En cambio, a las corvinas, como son peligrosas, no se les administra el pescado con la mano, sino que se le lanza el pescado al agua cerca de la boca, para que ellas lo atrapen. Del otro lado del oceanario se reparte pienso para lubinas.

Tres veces por semana: lunes miércoles y viernes, se prepara una mezcla alimenticia para las gorgonias que consiste en: agua de mar con origo, fitoplancton rotífero (eassy roti), artemia y mezcla de mejillones triturados.

Cabe destacar la alimentación de los tiburones, una actividad que se realiza martes y viernes a las 12:30 horas. En ella se alimentan a los 9 tiburones toro y el Jaquetón de Milberto con bonito (4 piezas grandes), haciendo sangrar el pescado para atraerlos. Se les administra el pescado en la boca con una malla de hierro en la mano. En cuanto al tiburón cerdo presenta un modo de alimentación diferente a los demás, ya que se alimenta de huevos de pintarroja y de raya. Los tiburones comen una cantidad equivalente a un 3-5% de su peso corporal. Pueden pasar, no obstante, meses sin comer nada y sobreviven consumiendo sus propias reservas.

4. Resultados

4.1. Galerías

4.1.1. Ajustes de los parámetros de corales

Tras realizar las analíticas de los parámetros de corales, se pueden observar los resultados obtenidos y los datos que han de ajustarse en color amarillo (véase tabla. 10).

Tabla 10. Resultados de los parámetros de corales

Fecha	Parámetros (ppm)					
	Alcalinidad	Magnesio	Calcio	Iodo	Nitratos	Fosfatos
18/10/18	245	1170	290	0,06	0	0,02
22/10/18	300	1140	290	0,06	0	0,02
29/10/18	210	1240	290	0,09	0	0,03
30/10/18	210	1280	290	0,09	0	0,03
6/11/18	195	1300	300	0,09	0,25	0,05
7/11/18	195	1600	290	0,09	0	0,02
10/11/18	300	1600	310	0,09	0	0,02

12/11/18	219	1170	330	0,09	0	0,02
21/11/18	95	1250	500	0,09	0	0,02

- Reducción de magnesio:

Es un elemento muy importante en el crecimiento de los corales y tiene mucha relación con el Calcio. Hay una relación 3:1 (Mg:Ca). Para que el coral pueda aprovechar totalmente el calcio, se necesita tener suficiente magnesio. Se necesitan 400 ppm de calcio y aproximadamente 1200 ppm de magnesio.

Se obtuvieron valores muy altos de magnesio (1600 ppm) con el kit de Red sea, cuando el valor recomendado está entre 1200-1300 ppm. Por lo que hubo que cambiar de kit y usar salifert y ya dieron unos resultados correctos de magnesio.

-Reducción de alcalinidad:

Se obtuvieron valores muy altos de alcalinidad mediante el test de alcalinidad Red sea (300 ppm), cuando el valor recomendado está comprendido entre 120-200 ppm.

Por lo que cuando la alcalinidad está alta hay que regular el reactor de calcio, disminuyendo las burbujas de dióxido de carbono o aumentando el flujo de salida del reactor de calcio. También se puede hacer un cambio de agua para reducir la alcalinidad. El reactor de calcio está bajando el pH del acuario por lo tanto se necesita compensar esta bajada de pH con kalwasser, que aumenta el pH. Para la preparación de KW se añaden en una jarra 4 g de KW en 2 L de agua destilada.

- Aumento de la alcalinidad:

Mediante el test de alcalinidad (palintest) se obtuvo un valor de alcalinidad de 95 ppm, este valor es muy bajo, ya que el valor recomendado de alcalinidad para el acuario de corales sería entre 125-200 ppm. Para aumentar la alcalinidad se necesita aumentar la concentración de burbujas en el reactor de calcio o reducir el caudal de agua.

4.1.2. Ajustes de los parámetros del acuario ET-15

- Reducción de nitratos y fosfatos:

En el acuario ET-15, se obtuvieron valores muy altos de nitratos (0,25 ppm) y de fosfatos (0,08 ppm), cuando los valores recomendados son de < 0,02 y < 0,03 ppm

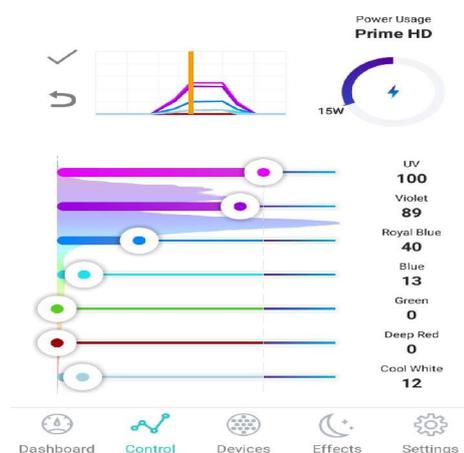
respectivamente. Por lo que hubo que reducir los fosfatos hasta 0,08 ppm empleando el producto NoPoX Red sea, que se añade al acuario para controlar los nitratos y fosfatos. Este producto contiene metanol y consiste en una mezcla de moléculas de Carbono y otros elementos orgánicos seguros. Se dosifica según los niveles medidos de nitrato y fosfato, se emplea para cantidades muy elevadas y su función es crear una base de comida para las bacterias que se alimentan del fosfato para así reducirlo. <https://www.pratreef.com/apartado-marino/aditivos-y-abonos/aditivos-abonos-red-sea/nopox-red-sea>. Otra alternativa es emplear un método casero para reducir los fosfatos, que consiste en añadir Vodka al acuario. Ambos métodos presentan la desventaja de que puede formarse un Bloom bacteriano que enturbia el agua.

4.1.3. Instalación de luces led en el tanque de medusas

Debido a que la medusa *Cassiopeia xamachana* es fotosintética y se alimenta de la luz, hemos instalado en el acuario un aparato que se conecta a una aplicación de móvil llamada myAI, esta es la marca de las luces led que hay en el acuario. Esta aplicación sirve para programar las luces en función del horario que se quiera establecer y longitudes de onda aparte de otras funciones.

En esta gráfica (véase Gráfica. 1) podemos observar la cantidad de cada longitud de onda desde el ultravioleta al blanco. Estos parámetros son los que funcionaban mejor para las medusas y a la vez reducían el crecimiento de algas filamentosas.

Gráfica 1. Parámetros lumínicos de *Cassiopeia xamachana*



5. Discusión

En mi opinión, el trato recibido en el Aquarium de Barcelona ha sido excelente por parte de los trabajadores y de los jefes que facilitaron mi estancia en el centro. Estos profesionales me enseñaron a desenvolverme en todos los sectores del Aquarium: galerías, cuarentena, laboratorio y oceanario.

A lo largo de los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre he desarrollado una gran capacidad en el mantenimiento y manejo de los animales, una variedad de conocimientos acerca de los corales y su mantenimiento, una mayor soltura a la hora de realizar analíticas de agua, así como a trasladar y aclimatar animales en cuarentena.

En general, considero que he adquirido los conocimientos necesarios para realizar correctamente todas las tareas y resolución de problemas.

Como ventajas que presenta el centro cabe destacar que se trata de una empresa de acuariofilia que imita de la forma más rigurosa posible el hábitat y las condiciones ambientales que lo determinan. Cada día a las 07:00 h se realiza la revisión de los acuarios para comprobar que funcionan correctamente (Aquariumbcn.com, 2019).

L' aquàrium de Barcelona es un centro involucrado en el medio ambiente y el bienestar animal y destaca por formar parte de colaboraciones e investigaciones de ámbito nacional e internacional implicadas en la conservación y sostenibilidad del medio marino. Participa en programas locales de protección de especies como el '*Proyecto Sepia*' de la Generalitat de Catalunya, que pretende preservar esta especie. <http://www.projectesepia.com>. El centro también forma parte de una colaboración internacional de alto nivel denominada: Acuarios del mundo contra los residuos marinos: "World aquariums against marine litter", llevada a cabo por la Comisión Europea de todos los acuarios para unirse en la causa de sensibilización sobre la basura marina mediante la campaña (Our Ocean), ya que cada año terminan en los océanos 10 millones de toneladas de basura peligrosas para la fauna. El plástico es uno de los materiales más contaminantes para el océano, pudiendo tardar hasta 1.000 años en biodegradarse (Aquariumbcn.com, 2019). Otro evento nacional en el que participa el Aquarium que tiene esta misma finalidad se llama "Mensaje en una botella" llevado a cabo por el proyecto europeo H2020, *Sea Change* (Aquariumbcn.com, 2019). Por otro

lado, el centro renovó toda la iluminación para mejorar el bienestar ambiental de los peces. Se instalaron 3.200 puntos de luz LED que reproducen de forma fidedigna el entorno marino y producen un ahorro energético del 70%, reduciendo las emisiones de CO₂ hacia la atmósfera. El rango azulado LED favorece a las capacidades visuales de los animales, disminuyendo el estrés y mejorando su bienestar (Aquariumbcn.com, 2019).

En cuanto a desventajas que he detectado en el centro, en este momento no disponen de cultivo de microalgas, por lo que podría iniciarse un cultivo de cero con las especies de microalgas más relevantes en el ámbito de la acuariofilia, como pueden ser *Tetraselmis*, *Nannochloropsis*, *Phaeodactyllum*, *Dunaliella*, *Skeletonema*, *Chlorella*, *Monochrysis* o *Isochrysis*, ya que estas especies constituyen una fuente importante de alimentación junto con el rotífero y la artemia para los organismos del acuario.

Como propuesta de mejora de las prácticas en la empresa, sugeriría que explicasen más en profundidad todos los sectores en vez de centrarse en uno de ellos, con la finalidad de que los alumnos sepan desenvolverse en todos los ámbitos al terminar las prácticas. También se podría realizar un trabajo de investigación científica, indagando en corales, alimentación con tiburones o alimentación de gorgonias con diferentes especies de microalgas. En mi caso, propuse llevar a cabo una investigación sobre la alimentación de tiburones con “targets” de colores para educar a los tiburones a comer en función del color que presenten los palos con los que se les administra el alimento y educarlos a que sean más dóciles a la hora de trasladarlos. En el Aquarium intentaron concederme esta propuesta, aunque finalmente no fue posible.

Considero que yo podría aportar al centro experiencia en el sector, debido a que presento conocimientos de zoología y elaboración de dietas de peces gracias a los estudios impartidos en el grado en biología y el máster de Acuicultura en la universidad y dispongo de conocimientos adquiridos en las prácticas extracurriculares realizadas en el Aquarium Finisterrae de A Coruña, donde muchas de las tareas llevadas a cabo en el centro ya las había realizado previamente, además de formar parte de una investigación acuícola internacional de la especie cherna “*Polyprion americanus*” con el fin de optimizar los parámetros implicados en la reproducción de este ejemplar para fomentar su producción en el mercado.

En general considero que han sido unas prácticas excelentes muy difíciles de mejorar.

6. Conclusiones

1. La acuariofilia, es decir, la afición por la cría de peces y otros organismos acuáticos en acuarios, tiene efectos terapéuticos que se traducen en una reducción del estrés, disminuyendo el ritmo cardíaco y produciendo un estado de relajación completa.
2. L' aquàrium Barcelona es el centro marino lúdico y educativo más importante del mundo en temática mediterránea.
3. El centro participa en colaboraciones e investigaciones internacionales como el proyecto "Sos Oceanos" con el fin de promover la protección del medio marino.
4. La entidad mira por el bienestar de los animales en cautividad que habitan en el centro llevando a cabo un correcto manejo en el traslado y aclimatación de los animales con el fin de reducir el estrés.
5. Los animales son alimentados en función de sus requerimientos nutricionales y del hábitat donde se encuentran en la naturaleza.
6. Los análisis de calidad del agua de los acuarios son indispensables para asegurar unos parámetros adecuados para la vida de los animales.

7. Referencias bibliográficas

Aquariumbcn.com. (2019). *Nada con tiburones y disfruta de los animales*. [online] Available at: <https://www.aquariumbcn.com/> [Accessed 20 Jan. 2019].

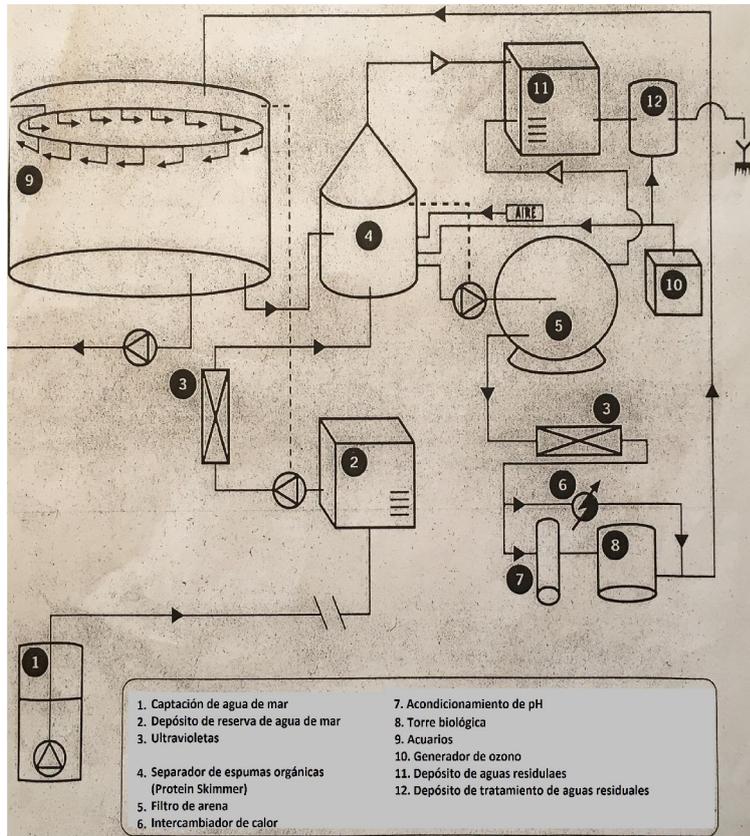
Burgess, W., Axelrod, H., Hunziker, R. and Reig Puig, L. (1992). *Dr. Burgess mini-atlas de peces de acuario marino*. Barcelona: Hispano Europea.

Medlineplus.gov. (2019). *MedlinePlus - Información de Salud de la Biblioteca Nacional de Medicina*. [online] Available at: <https://medlineplus.gov/spanish/> [Accessed 20 Jan. 2019].

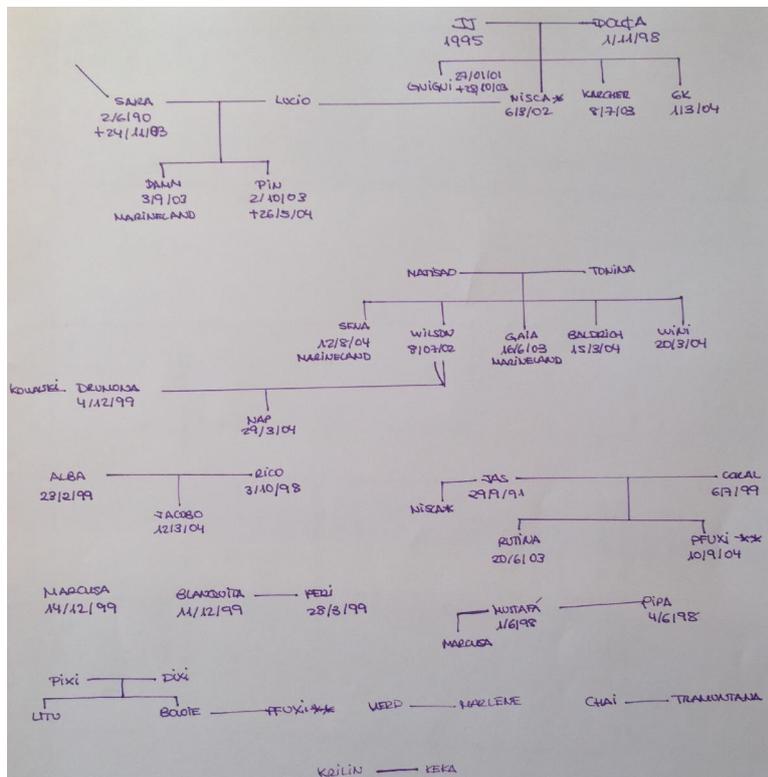
Muus, B. and Dahlström, P. (1994). *Guía de los peces de mar del Atlántico y del Mediterráneo*. Barcelona: Omega.

Waza.org. (2019). *Zoo Virtual: WAZA: World Association of Zoos & Aquariums*. [online] Available at: <http://www.waza.org/es/zoo/busqueda-en-el-zoologico> [Accessed 20 Jan. 2019].

ANEXO



Anexo 1. Sistemas de filtración del Aquarium de Barcelona aportados por Patricio Bultó Sagnier



Anexo 2. Árbol genealógico elaborado por Nuria Rodríguez de los pingüinos de Humboldt del Aquarium de Barcelona

Anexo 3. Tablas de elaboración de las dietas de cuarentena

ALIMENTACIÓN: LUNES, MIÉRCOLES Y VIERNES

	EM-1	EM-2	EM-3	EM-4	EM-5	EM-6	EM-7	EM-8	EM-9	EM-10		EM-11	EM-19	EM-20	
										Peces	Sepias			Pulpos	Pintarrosas
Mejillón	0,4		0,4	0,04	0,02	0,02	0,02		0,14	0,2		0,01	0,1		0,04
Gamba	0,1	0,08	0,12	0,04	6u.	0,04	0,04	0,04	0,04	0,2		0,01	0,1	4u.	0,04
Pescado azul	0,2	0,1	0,5	0,1	0,01	0,02		0,08*	0,08	5u.	0,4		0,5	4u.	0,3
Pescado blanco	0,6	0,04	0,5	0,3	0,01	0,04	0,04	0,02	0,08	3u.	0,4		0,5		0,1
Calamar	0,6			0,08		0,02	0,02		0,04	0,2			0,5	4u.	0,1
Capelín	0,4														
Papilla		0,1													

	ET-12	ET-13	ET-14	ET-15	ET-16	ET-17	ET-21
Mejillón	0,02	3u.	3u.	2u.	3u.		0,14
Gamba	0,02	3u.	3u.	3u.	3u.	4u.	0,08
Pescado azul	0,02		0,01	0,01	0,01	1u.	2u.
Pescado blanco	0,02	0,02	0,01		0,01	1u.	2u.
Calamar	0,02			0,01	0,01	1u.	4u.
Papilla							0,08

	Rayas 1,75 kg	ET-12-Tiburones 2kg
Lunes	Maira	Maira
Miércoles	Caballa	Caballa
Viernes	Arenque	Arenque

Corvinas	5 Kg de pescado azul
Águilas	2 kg de mezcla de pescado azul, blanco y calamar
Bentónicos	8 kg de mezcla de pescado azul, blanco y calamar

ALIMENTACIÓN: MARTES Y JUEVES

	EM-10	ET-12	ET-17	ET-21
	Sepias			
Mejillón				0,14
Gamba		8u.		0,08
Pescado azul	0,4			2u.
Pescado blanco	0,4	1u.	0,16 jueves	2u.
Calamar		0,02	0,16 martes	4u.
Papilla				0,08

	Rayas 1,75 Kg	ET12-Tiburones 2 Kg
Lunes	Maira	Maira
Miércoles	Caballa	Caballa
Viernes	Arenque	Arenque

Corvinas	5 Kg de pescado azul
Águilas	2 Kg de mezcla de pescado azul, blanco y calamar
Bentónicos	8 Kg de mezcla de pescado azul, blanco y calamar



Anexo 4. Fotografía realizada por Nuria Rodríguez del test de Iodo del laboratorio