

CUADERNOS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

# El caballito de mar

*Eduardo A. Vallarino*  
*- Editor -*



*Grupo de Extensión La ciencia hace escuela. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Mar del Plata.*

*Esta publicación fue realizada gracias al subsidio de la UNMdP financiando el proyecto de extensión "Educación ambiental: El caballito de mar (Hippocampus patagonicus) como especie bandera (OCS N° 1835/12)*

*Diego Luzzatto - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

*María Gabriela Pujol - Museo Municipal de Ciencias Naturales "Lorenzo Scaglia"*

*Rodolfo Elías - Universidad Nacional de Mar del Plata*

*Eduardo A. Vallarino - Universidad Nacional de Mar del Plata*

*Diseño de tapa e interior: Natalia Posat*

*Fotografía de tapa: Gabriela Pujol*

*No se permite la reproducción parcial o total de este libro, ni su almacenamiento en un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopias u otros métodos sin el permiso previo del editor.*

# ÍNDICE

<b>Introducción</b>	5
<b>Capítulo 1: Educación ambiental en las zonas costeras: Utilizando a las “especies bandera”</b>	
<i>Eduardo A. Vallarino</i>	7
Los problemas ambientales y las sociedades	7
El papel de la educación ambiental	10
La carta de la tierra como recurso educativo	10
La educación ambiental en manos de la gente	13
La Educación ambiental y los valores	14
La década de la educación para el desarrollo sostenible	17
Especies bandera	17
<b>Capítulo 2: El ecosistema marino</b>	
<i>Rodolfo Elías</i>	20
<b>Capítulo 3: Los caballitos de mar</b>	
<i>Diego Luzzatto y María Gabriela Pujol</i>	29
Conociendo más profundamente al caballito de mar	32
Caballitos de mar, ¿el espejo de un ser humano?	38
El dimorfismo sexual y los roles invertidos de los sexos	39
La reproducción de los caballitos de mar	41
El hábitat de los caballitos de mar	46
¿Para qué son utilizados los caballitos de mar?	48
La situación de conservación de los caballitos de mar	49
Caballitos de mar: ¿un desafío tecnológico?	52
Una breve reseña de la presencia de caballitos de mar en Latino América y Argentina	55
Consideraciones finales	57
<b>Bibliografía</b>	58

## Capítulo 3

# LOS CABALLITOS DE MAR

Diego Luzzatto / María Gabriela Pujol

Confundidos en la antigüedad con reptiles o anfibios, o directamente considerados como seres mitológicos, *los caballitos de mar constituyen un grupo de peces que comparten características distintivas.*

De no tener algún conocimiento previo sobre peces, se nos podría dificultar distinguir cuál es el róballo, el pejerrey, el mero o el salmón. Pero si entre estos estuviera también un caballito de mar, con seguridad sería el que más aciertos obtendría. Esto resulta verdadero si la prueba fuera realizada por un niño, un adulto, un médico, un docente, un asiático, europeo,



americano o casi cualquier otra distinción que busquemos entre grupos de seres humanos. También si preguntáramos sobre como representarían cada uno de ellos a un caballito de mar; todos podrían aproximar a una idea de estos animales, ya que están tan presentes en nuestro ideario como lo podría estar una casa, un automóvil, un elefante o un pez. Como dijimos anteriormente, desde la clasificación biológica de los organismos, es un pez. Esto es así aunque posea una representación propia, diferente y tan consolidada como aquel que lo agrupa desde una perspectiva evolutiva.

Luego de formular este breve análisis podría aseverarse que, algo que se visualiza con semejante grado de significación nunca podría mantenerse al margen a las propuestas surgidas desde las sociedades humanas en su interacción con el medio natural: un caballito de

mar será fotografiado, dibujado, convertido en un logo, se le atribuirán historias, propiedades mágicas o curativas y hasta se lo tratará de domesticar. *¿Pero por qué? ¿Cómo es que este animalito puede producir esta fascinación sobre nosotros?*

Comenzar a contestar estas preguntas y analizar cuáles de las características de los caballitos de mar los posiciona como disparadores de la curiosidad humana nos permitirá sumergirnos en su intimidad.

Frente a la curiosidad humana el caballito de mar luce mágico. La empatía sin reciprocidad del ser humano hacia esta criatura precede cualquier razonamiento crítico. En la antigüedad, antes de que el ser humano hubiera realizado un ordenamiento de los seres vivos ya era tomado como un ser mitológico, a lo mejor inspirador de otros seres irreales como lo son las sirenas o los monstruos marinos. Estas creencias, muchas de las cuales se mantienen en la actualidad, carecen de un basamento científico. La mayor y más impactante de ellas, es su utilización en medicinas tradicionales, fundamentalmente en oriente.

La búsqueda de una explicación a la relevancia que encuentran los caballitos de mar en el mundo del ser humano subyace en las propias características morfológicas y comportamentales de los caballitos de mar. Pero lo que seguramente resulta fundamental, es que estas características interactúan con mecanismos cognitivos del ser humano, posicionándolo en un lugar de fácil y obvia identificación.



✧ *Los caballitos de mar están presentes en numerosas representaciones de nuestra vida cotidiana*

Una idea general de un caballito de mar podría ser la siguiente: un organismo acuático con cabeza de caballo, con mirada penetrante y una cola larga que serpentea y es utilizada para la sujeción de un sustrato. Además se cree, sin que sea una verdad absoluta, que son portadores de una fidelidad extrema al punto de morir si se ve alejado de su pareja. Asimismo, generalmente se asume que los caballitos de mar machos juegan un papel más importante que lo usual en la reproducción: "se embarazan".

Son peces, pero no parecen. En la naturaleza existen muchos ejemplos de organismos que visualmente no parecen lo que son. Solo por citar algunos ejemplos existen arañas que simulan ser cangrejos, hormigas que lucen como avispas o peces que se parecen a rocas. En casi todos los ejemplos que pudieran encontrarse lo que prevalece es el "engaño". Parecerse a algo que no se es muchas veces provoca un cambio en la percepción de un potencial depredador para desistir de incorporar al mentiroso en la dieta. El depredador recibe la información "engañosa" de que debe evitar esa interacción. Lo contrario también es usual: Los depredadores tratando de no ser advertidos para que una potencial presa desatenta caiga fácilmente en una trampa y así obtener alimento que de otra forma hubiera sido muy costoso o imposible.



*Un pariente cercano (pez aguja) de los caballitos de mar que se parece a los corales de su hábitat.*

Sin el afán de continuar citando ejemplos de *"mentira, engaño y fraude"* que evolucionaron en la naturaleza como estrategias para la supervivencia y explotación de los recursos, las características particulares de un caballito de mar llaman a la reflexión acerca de si estos organismos podrían estar involucrados en alguna o varias de estas propuestas de engaño. Claro está que desarrollaron una morfología poco usual, pero, ¿cómo este caballito acuático con cola de serpiente, que en realidad es un pez, utiliza sus cualidades para vivir exitosamente? No es una pregunta fácil u obvia y la retomaremos cuando tengamos más información.

Al momento, lo que está claro es que manipula al ser humano con su particular morfología y comportamiento, dadas las variadas sensaciones que éste puede manifestar ante la presencia de estos animales.

## ***Conociendo más profundamente al caballito de mar***

El primer paso es conocer algunas características básicas de la biología de estos animales. Para ello iremos describiendo una a una las más relevantes y luego volveremos sobre una vista general del animal.

En un caballito de mar típico resalta su larga columna vertebral todo a lo largo del cuerpo del animal, esto nos facilita ubicarlo dentro de un grupo acotado de organismos: los cordados. Dentro de este grupo se encuentran entre los más familiares, los peces, reptiles, anfibios, aves y mamíferos.



Ya dijimos que son peces, *¿pero qué es lo que los hace peces?*

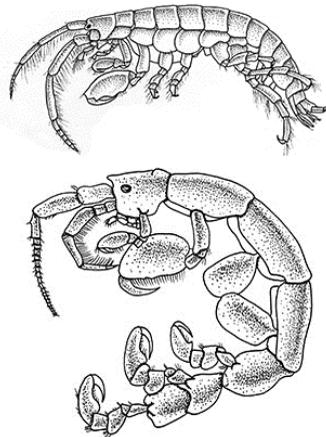
## El grupo de los *syngnátidos*

Dentro de los distintos grupos de peces, los caballitos de mar pertenecen al grupo de los *syngnátidos*. Todo el grupo, que comprende además a los que comúnmente se conocen como "peces aguja" y "dragones de mar" entre los más conocidos, comparten la característica de tener sus mandíbulas fusionadas dando por resultado un hocico tubular rígido (del latín/griego, *syn*: juntas y *gnathos*: mandíbulas). Esta forma de boca tan particular solamente encontrada en este grupo de peces, condiciona la alimentación de los que la portan. Además de la forma, poseen un mecanismo de succión en lo que sería la posición basal a este tubo que tienen por boca, lo cual les permite aspirar rápidamente y en un pulso a sus presas.



\* El hocico tubular de un caballito de mar es el resultado evolutivo de la fusión de las mandíbulas

*¿Qué es lo que succionan por un tubo tan pequeño?* Dentro de un menú que puede incluir larvas de peces y algunos gusanos, su dieta fundamentalmente se compone de pequeños crustáceos, y dentro de estos un grupo llamados anfípodos. Estos pequeñísimos crustáceos de unos pocos milímetros de longitud se encuentran asociados a algas, sedimentos, corales y pastos marinos entre otros sustratos del mar. Si bien pueden ser ágiles y veloces nadadores, los anfípodos se encuentran generalmente en reposo o moviéndose lentamente sobre su sustrato.



*Anfípodos: la dieta preferida de los caballitos de mar*

Conociendo qué comen ya podremos conjeturar y entender algunas facetas de los caballitos de mar, pero por el momento nos ocuparemos en describir otras características de su particular morfología.



SUGERIMOS VER EL VIDEO

***"Caballitos de mar alimentándose"***

<http://www.youtube.com/watch?v=0PmbBF0xzmY>

---

## La piel

La presencia de escamas recubriendo el cuerpo es algo que está muy asociado a los peces, sin embargo los caballitos de mar se encuentran totalmente desprovistos de ellas. Su piel se encuentra expuesta y contiene en toda la extensión de la cola, cuerpo y cabeza melanóforos. *Estas son estructuras epidérmicas con células que contienen pigmentos que no solamente pueden darle a un caballito de mar colores vivos y brillantes, sino que le permiten viajes rápidos en su color.*

Algunos caballitos de mar exhiben apéndices membranosos de tejido epidérmico (piel) y algunas especies los exhiben en casi todos los vértices de las placas óseas, otras únicamente de la cabeza y algunas están desprovistas de ellos. Estos apéndices epiteliales pueden estar muy desarrollados y de forma ramificada y subramificada o ser muy cortos, adquiriendo la forma de espinas afiladas.

\* *Otro pariente: un dragón de mar con largos apéndices epiteliales*



## Las aletas

Las aletas de los caballitos de mar presentan particularidades respecto de la generalidad de los peces. Además de presentar diferencias anatómicas respecto de las aletas, resaltan las modificaciones en su función natatoria.

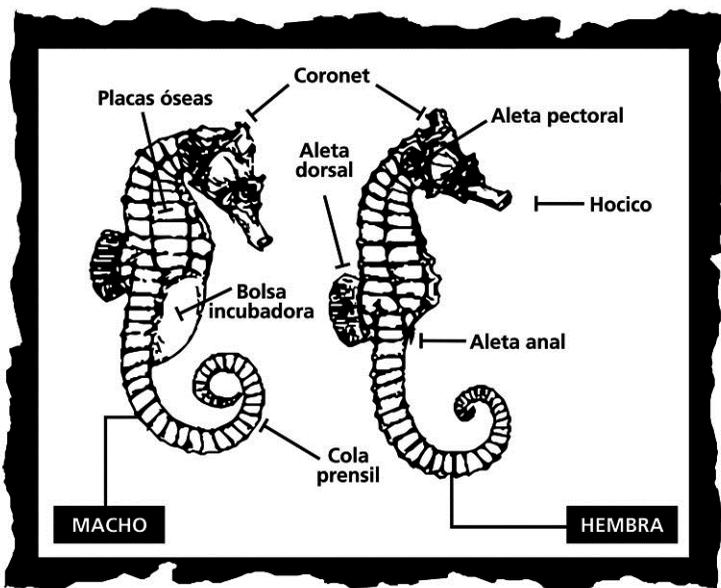
Los peces en su extremo posterior poseen una aleta caudal que generalmente la utilizan como la propulsora principal de la natación. Los caballitos de mar no poseen esta aleta en el extremo de la cola, que es análogo a la zona caudal de un pez ordinario. En el desarrollo embrionario y, en algunos casos los recién nacidos, presentan un resabio de lo que sería la aleta caudal, pero se pierde muy pronto con el desarrollo posterior.

La aleta dorsal en los caballitos de mar está muy modificada respecto de la de los peces. Al igual que en estos, se encuentra aproximadamente en la región media de la columna vertebral y consiste en una serie de rayos recubiertos de una membrana epidérmica. Esta aleta presenta la particularidad en los caballitos de mar de realizar movimientos ondulatorios con una frecuencia muy alta, permitiéndole al animal la natación. Esta aleta es relativamente pequeña respecto del cuerpo del animal lo que hace que el desplazamiento natatorio de un caballito de mar sea notablemente lento.

Las dos pequeñas aletas pectorales a los costados de las hendiduras branquiales están también muy desarrolladas y se baten a una frecuencia muy alta en los caballitos de mar. Al igual que la aleta dorsal intervienen en la natación y, la particularidad que poseen es el movimiento independiente de ambas aletas. Esto contribuye a que el animal pueda realizar virajes durante su desplazamiento.

Ambos tipos de aletas, pectorales y dorsales difieren de lo que generalmente poseen los peces. Esto es primordialmente porque en los caballitos de mar tienen una función propulsora y en aquellos no, quedando como estructuras estabilizadoras o generadoras de movimientos secundarios indirectamente relacionadas a la natación. El patrón general de los peces es que el "motor" principal de la natación es la aleta caudal, la cual está ausente en los caballitos de mar.

La última aleta que queda mencionar en los caballitos de mar es la aleta anal. Ésta se encuentra en la zona abdominal por encima de la apertura anal. Es una aleta muy pequeña, casi imperceptible excepto cuando es batida a gran frecuencia durante las deyecciones, aparentemente facilitando la expulsión del excremento.



*Algunas estructuras de la morfología de los caballitos de mar*

## La cola prensil y la posición de un caballito de mar

Una característica muy llamativa de los caballitos de mar es su posición erguida. La carencia de una aleta caudal y el reemplazo de su función natatoria por la aleta dorsal y las pectorales son adaptaciones a la posición que esgrimen los caballitos de mar. Otra de las adaptaciones a la vida erguida que puede observarse en los caballitos de mar es su cola prensil. Estructuralmente es una concatenación de anillos óseos articulados con una fuerte musculatura recubierta por piel que le permite a los caballitos de mar fijarse a un sustrato cualquiera, adquiriendo su posición de reposo cuando el animal se encuentra perpendicular a la base del sustrato (erguido).

La cola prensil también es utilizada por los caballitos de mar para la natación, ubicándola en las más diversas posiciones según el desplazamiento que realicen. Asimismo tienen la capacidad de quedar estacionarios en un punto combinando el batido de las aletas y el movimiento de la cola prensil. El movimiento integral de un caballito de mar en sus distintas facetas es una combinatoria de los movimientos de estas estructuras.

La capacidad de sujeción a un sustrato mediante su cola prensil también se manifiesta como única entre los peces. Tanto es así, que son animales aparentemente muy sedentarios respecto de sus movimientos natatorios, realizando muy cortos traslados entre un sustrato y el siguiente a los que se sujetan con su cola prensil. Los estudios respecto de esta cualidad demuestran que un caballito de mar típico puede pasar un gran periodo de su vida visitando los mismos sitios alrededor de unos pocos metros cuadrados. Algunos de ellos, de forma extrema pasan su vida entera en un único fragmento de gorgonia o coral.

## El esqueleto

La estructura ósea de un caballito de mar tampoco puede escapar de presentar particularidades. Un pez típico consta de una larga columna vertebral con prolongaciones de sus vértebras en forma de espinas paralelas entre sí a ambos lados del animal. En los caballitos de mar estas espinas se encuentran modificadas y ensanchadas hasta fusionarse unas con otras

formando placas óseas. Éstas en sus vértices poseen protuberancias más o menos filosas dando al caballito de mar un aspecto de estar recubierto por una armadura. Y realmente lo es, ya que, a este esqueleto que recorre al animal en toda su extensión, solamente lo recubre su delgada piel, exhibiendo el contorno del esqueleto externamente sin modificación de estructuras por medio de partes blandas.



\* *La cola prensil es utilizada para sujetarse a distintos sustratos como algas, corales y objetos sumergidos.*

Visualicemos el esqueleto humano, respecto de la imagen de una persona y veremos que hay que "rellenar" el esqueleto para obtener la configuración de la persona en vida. En la misma forma esto ocurre con un pez habitual en vida y su osamenta. En contraposición un caballito de mar muerto y deshidratado luce casi idéntico en su morfología a uno vivo.

Las protuberancias óseas que manifiestan los caballitos de mar en todo su cuerpo, lo hacen mucho más marcadamente en la cabeza del animal. En el extremo superior se presenta, de una forma más o menos compleja, una estructura de protuberancias llamada "coronet", por su similitud a la forma de una corona. También pueden poseer protuberancias en forma de espinas erguidas o inclinadas por encima del hocico y/o alrededor de los ojos.



\* Un caballito de mar muerto y deshidratado luce similar a cuando estaba vivo.

Siguiendo con la particular cabeza de un caballito de mar no podemos ignorar su posición, se halla perpendicular al eje del resto del cuerpo. Vaya si es un diferencia respecto del universo de los peces!

## ***Caballitos de mar, ¿el espejo de un ser humano?***

Ahora si, a la luz de su morfología, estamos en condiciones de hipotetizar explícitamente las razones por las que los caballitos de mar son, fueron y serán considerados poseedores de una identidad única y particular por parte del ser humano. *¿Qué otro organismo marino tiene la particularidad de manifestarse erguido al plano terrestre y sostener su mirada horizontalmente, por tener la cabeza en un ángulo recto respecto del eje de su cuerpo?*

Este organismo además está adornado con patrones de coloración que por sí son llamativos y con protuberancias, espinas y apéndices epiteliales en algunos casos todo a lo largo del cuerpo y cabeza. Además tienen una natación lenta, sin manifestar una marcada conducta de escape ante la presencia de una persona.

Desde lo inconsciente o instintivo, un ser humano podría estar considerando en algún sentido al caballito de mar como a un igual, o un paralelo. Pero no lo es, de hecho un caballito de mar es un organismo desde el punto de vista evolutivo bastante lejano.

La conducta del ser humano en la interacción con el caballito de mar se establece a través de comportamientos de alerta, de curiosidad, de fascinación o de dominación, por mencionar algunas. Dependiendo de cuál de estas impere en la interacción habrá un afán de destrucción, interacción física, contemplación o domesticación respectivamente con un caballito de mar o su hábitat, pudiendo obtenerse resultados muy diversos de estas conductas de interacción.

Las relaciones que existen entre los seres humanos y estos animales, en muchos casos problemáticas las analizaremos más adelante, luego de considerar otras facetas, como las reproductivas o ecológicas. También se intentarán establecer pautas conscientes y reglamentadas que pudieran ser tenidas en cuenta a la luz de estas interacciones.

## ***El dimorfismo sexual y los roles invertidos de los sexos***

Una de las características que más fantasías suscitan estos animalitos está asociada al modo reproductivo de los caballitos de mar. Este modo reproductivo no es exclusivo de los caballitos de mar dado que todo el grupo de peces al que pertenecen (*los syngnátidos*) lo poseen. Antes de sumergirnos específicamente en las particularidades reproductivas de los caballitos de mar debemos recordar y definir algunos conceptos básicos y universales relativos a la reproducción sexual.

Como en todos los seres vivos con reproducción sexual, existen dos tipos de órganos bien diferenciados: los ovarios y testículos. Esto es así aunque ambos órganos puedan encontrarse en un mismo individuo, que es el caso de los organismos hermafroditas. Lo común en la mayor parte de los organismos con reproducción sexual es que los

ovarios y testículos sean manifestados por individuos diferentes, es decir que existan individuos hembras e individuos machos respectivamente en una población. A los organismos con esta forma de manifestación separada de los sexos se los conoce como dioicos.

El resultado de la producción de estos órganos sexuales es un tipo de células muy diferenciadas llamadas gametas sexuales. Así como existen dos tipos diferentes de órganos sexuales, también existen dos tipos diferentes de gametas: los óvulos producidos por los ovarios de las hembras y los espermatozoides producidos por los testículos de los machos. Ambos tipos de gametas son absolutamente complementarias y portadoras de la mitad de la información (genética) necesaria para la generación de un nuevo individuo. La fusión de gametas sexuales de machos y hembras (fecundación) genera una nueva célula que porta la información genética que le proveyeran ambas gametas progenitoras. A esta nueva célula surgida de una combinatoria sexual se la conoce como cigoto. Este cigoto inmediatamente comenzará a dividirse en un patrón ordenado llamado desarrollo embriológico y dará por resultado un nuevo organismo que comparte las características, en proporciones casi idénticas, de la hembra y el macho que a través de las gametas le dieron origen.

Hasta ahora hablamos de dos tipos de gametas sexuales diferentes sin hacer distinción entre ellas. Existen muchas diferencias entre un óvulo y un espermatozoide que excede la explicación que se pretende para la comprensión de la reproducción de un caballito de mar. Solo mencionaremos la más evidente que es el tamaño. Un óvulo promedio suele ser cientos de veces mayor a un espermatozoide. Así formulado, se puede identificar a una hembra de un macho tan solo por el tamaño de sus gametas: hembras serán las portadoras de los grandes óvulos en sus ovarios y machos serán los que contengan pequeños espermatozoides en sus testículos.

Existen numerosos tipos de reproducción sexual. Dos o tres grandes grupos pueden mencionarse inmediatamente. La que ocurre internamente a la hembra mediante una cópula entre ambos sexos. En este caso hay una transferencia de espermatozoides a la hembra a través de órganos especializados. Generalmente en estos casos el desarrollo embriológico ocurre parcial o completamente en alguna estructura corporal de la hembra. Otro tipo de reproducción es la externa donde ambos sexos liberan al medio sus gametas, donde ocurre la fecundación, y el resultado es un desarrollo embriológico totalmente independiente de cualquiera de los dos sexos.

Un intermedio entre estos dos podría ser la liberación de espermatozoides al medio y la captación de estos por parte de las hembras para producir la fecundación internamente y llevar a cuevas algún periodo del desarrollo embriológico de la progenie.

## ***La reproducción de los caballitos de mar***

En este punto es donde llegamos a los caballitos de mar que no pueden agruparse en ninguno de los modos reproductivos descritos con anterioridad y posee uno propio que evolucionó de manera divergente a los descritos. Puede afirmarse que en los caballitos de mar hay machos y hay hembras puesto que existen individuos con gametas pequeñas y grandes respectivamente. Sin entrar en detalles, que muchos de ellos no son conocidos y forman parte de investigaciones actuales, lo que se observa en los caballitos de mar es que se transfiere de un individuo de un sexo al otro la gameta de mayor tamaño. Las hembras transfieren sus óvulos a los machos y estos los fecundan en su interior. En una definición antropocéntrica del fenómeno lo que sucede es el *"embarazo de los machos"*.

Antes de seguir describiendo el fenómeno se debe mencionar que el mayor dimorfismo sexual en caballitos de mar y por la cual son muy fácilmente identificables los machos de las hembras es la bolsa incubadora que poseen los machos. Esta es una estructura membranosa que cuando no posee huevos en gestación luce como un triángulo de piel en la zona basal del abdomen de los machos.



*Momento previo a la cópula*

Muy diferentes lucen las hembras que no poseen esta bolsa incubadora teniendo un abdomen circular. En el caso de poseer huevos, el abdomen de los machos incrementa su volumen y crece más aún a medida que transcurre *"el embarazo"*.



*SUGERIMOS VER EL VIDEO*

***"Cortejo de los Caballitos de mar"***

*<http://www.youtube.com/watch?v=meYGdmDhlag>*

---

La cópula de un caballito de mar hembra y uno macho ocurre luego de un cortejo que puede durar varios días en el caso de que la pareja esté recientemente conformada o pocas horas o minutos si la pareja ya tuvo eventos reproductivos previos. Esta aseveración proviene de observaciones realizadas en cautiverio y se tiene relativamente poca información de lo que sucede en el hábitat natural. El cortejo entre caballitos de mar es muy evidente dado que hay rápidos cambios en la coloración de los animales, oscureciendo la región superior del animal respecto del resto del cuerpo. También hay alzamientos de las cabezas coordinadas, como si estuvieran manteniendo un diálogo: uno de los dos alza el hocico y seguidamente el otro también lo levanta en respuesta. El macho periódicamente contrae la cola hacia adelante contra su abdomen provocando que la bolsa incubadora se ensanche y adquiera volumen. También la pareja exhibe nataciones conjuntas, donde entrelazan sus colas y otras donde ambos caballitos nadan hacia arriba intentando unir sus zonas abdominales. A veces estas nataciones parecen ser inducidas por los machos y otras por las hembras, pero generalmente esto es determinado previo al inicio del cortejo, es decir, a veces la dominancia de las situaciones del cortejo son coordinadas por el macho y otras veces por la hembra. Se han observado incluso situaciones de agresividad (fundamentalmente simbólica) durante el cortejo. Finalmente, en uno de los eventos natatorios ascendentes, el último de ellos, es donde se efectiviza la cópula y la hembra hace su transferencia de óvulos al macho donde serán fertilizados. Durante esta cópula, que dura unos pocos segundos, los caballitos de mar permanecen nadando en un mismo sitio unidos por el abdomen y enfrentando sus hocicos. Dependiendo de la especie de caballito de mar que se trate y de su edad será el número de óvulos que se transfiera. Pueden transferirse desde unos pocos hasta casi dos mil óvulos en un solo evento, y todos ellos pasarán a desarrollarse luego de la fecundación. Luego de este evento de transferencia ambos caballitos de mar se separan y el macho permanece contorneándose durante un periodo de tiempo en el fondo, como si estuviera ordenando los óvulos en el interior de su bolsa incubadora.

## El desarrollo embriológico durante el "embarazo", el "parto" y los "recién nacidos"

Luego de la transferencia de los óvulos desde la hembra al macho se produce la fecundación para dar comienzo al desarrollo embrionario, en un proceso que no está muy bien entendido. Cada uno de los huevos fecundados se ubica en bolsillos secundarios o invaginaciones dentro de la bolsa incubadora del macho donde se desarrollara durante un tiempo variable dependiendo de la especie que se trate y la temperatura del medio externo. Existen datos que sugieren que a una menor temperatura (dentro de ciertos rangos), el desarrollo embrionario es más completo y la supervivencia posterior de los juveniles es mayor.



\* El parto de un caballito de mar

*Para una especie promedio de caballito de mar el desarrollo embrionario transcurre aproximadamente en veinte días a partir de la transferencia de los óvulos, donde a partir de cada uno de ellos se genera un caballito de mar completo.*

Acabado el desarrollo embrionario el "macho embarazado" comienza su "trabajo de parto". Este proceso culminará con la liberación de las crías completamente formadas de caballito de mar luego de algunas horas. Se observa que el macho a punto de liberar las crías incrementa la frecuencia e intensidad de su respiración (apertura y oclusión de las hendiduras branquiales), contracciones que se visualizan como tics



SUGERIMOS  
VER EL VIDEO

**"Proceso parto  
de un Caballito  
de mar"**

<http://www.youtube.com/watch?v=oUyG0PFu8QQ>

en todo el animal y muchas veces nataciones a gran velocidad (considerando que se trata de un lento caballito de mar).

Todo finaliza con grandes contracciones de la cola prensil contra el abdomen, la apertura del poro del bolsillo incubador y la liberación de las crías en forma de nubes de caballitos de mar en cada evento de contracción. En las primeras contracciones suelen liberarse unas pocas crías que aumentan rápidamente en número en las subsiguientes. Suelen quedar unas pocas crías en el interior del bolsillo incubador del macho que serán liberadas luego de unos minutos de nuevos jadeos y un conjunto de contracciones finales.

Las crías, ahora independientes del macho que las incubó están totalmente formadas y adaptadas a sobrevivir y prosperar por sí mismas en su medio. Son muy pequeñas, midiendo menos de un centímetro y ocupan un ambiente muy diferente al de los caballitos de mar adultos: el plancton.



\* Macho embarazado

Esta ubicación en la columna de agua en general no posee sustratos de anclaje por lo que las crías de caballitos de mar deben mantenerse nadando continuamente. En este estadio de vida si bien utilizan sus aletas pectorales y dorsales para desplazarse, puede verse también que baten su cola, que aún no es prensil, como lo haría un pez con su aleta caudal. Al ser tan pequeños y limitados en su movilidad, estos caballitos de mar recién nacidos son considerados un ítem más del plancton. Esto implica cierta pasividad en su desplazamiento, quedando a merced de las corrientes marinas.



SUGERIMOS  
VER EL VIDEO

**"Las crías del  
Caballito de mar"**

<http://www.youtube.com/watch?v=alUDKsGs0zk>

La alimentación durante este estadio también es diferente a la de un caballito de mar adulto y está compuesta fundamentalmente por el ítem animal que generalmente domina el microplancton, crustáceos de natación muy veloz pero que pueden permanecer periodos prolongados de tiempo estacionarios en el plancton: los copépodos.

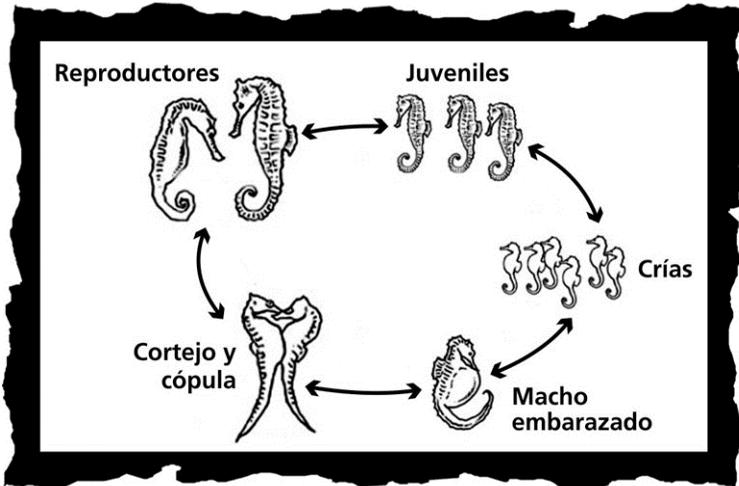
Este estadio de vida de los caballitos de mar es muy variable en su tiempo de duración según la especie que se trate, puede durar unos minutos u horas hasta un mes en las especies donde pudo establecerse. Luego se observa un estadio de transición hacia la vida sedentaria que generalmente se visualiza en un caballito de mar adulto. Comienzan a utilizar sus colas prensiles durante cortos periodos y muchas veces lo hacen en sus tratos flotantes. Los juveniles, si bien son más activos que los adultos, manifiestan un comportamiento cada vez más sedentario conforme crecen y llegan a adultos. Generalmente a este estadio arriban antes del año de edad pero también es muy variable según la especie que se trate y puede establecerse visualmente por la aparición de caracteres sexuales secundarios: fundamentalmente la aparición del bolsillo incubador en los machos.



SUGERIMOS  
VER EL VIDEO

**"Juveniles de  
Caballito de mar"**

<http://www.youtube.com/watch?v=qNsRtDODcY0>



*Ciclo de vida de los caballitos de mar*

## ***El hábitat de los caballitos de mar***

*¿Dónde se pueden encontrar caballitos de mar? Como su nombre lo indica "son del mar", pero ¿de qué mares estamos hablando?.*

Todos los mares del mundo tienen una composición similar consistente de una solución acuosa de sales. Sin embargo, existen diferencias notables entre distintas áreas o zonas geográficas. Solo por mencionar algunos, existen arrecifes de coral, manglares, estuarios, pastos marinos, fondos arenosos, fondos rocosos, etc.



*Gran barrera de coral. Australia*

Todos ellos son producto de una combinación de un medio físico variable y en algunos casos de organismos formadores (corales, mejillones, algas, etc)

La propia morfología de los caballitos de mar y sus adaptaciones nos permitirían conjeturar algunas de las características que debiera reunir un hábitat para que estén presentes. La dieta particular de un caballito de mar está restringida a pequeños crustáceos que en general se los encuentra asociados a sustratos marinos como sedimentos, algas, etc. Su escasa natación y en compensación su gran habilidad de sujeción con su cola prensil también indica que se los pueda hallar asociados a sustratos con lugares de anclaje.

Una faceta a lo mejor poco obvia en la estructuración de una población de caballitos de mar es el desarrollo de las crías libres en el plancton. Por este motivo, es usual encontrar caballitos de mar en hábitats sujetos a un régimen de recirculación de su masa agua. No sería apropiado para el asentamiento de nuevas generaciones de caballitos de mar un hábitat con corrientes que tiendan a dispersar mucho a las crías. Esto también sucede en una concatenación de hábitats con recirculación de sus aguas a lo largo de geografías de variables extensiones.

Otra adaptación de los caballitos de mar es su visión, que tiene incidencia en los hábitats que ocupan. *Son cazadores visuales pudiendo permanecer grandes periodos de tiempo estacionarios a la espera de que una potencial presa pase por delante de su campo visual.* Esto nos habilita a suponer que no será frecuente encontrar caballitos de mar a grandes profundidades donde la luz escasea.

En concreto los caballitos de mar ocupan hábitats en mares templados y cálidos del mundo y excluyen los fríos. Son muy abundantes en los ecosistemas marinos como los arrecifes de coral, o en sus inmediaciones. También están adaptados a ocupar ambientes dominados por pastos marinos que suelen estar presentes en planicies tropicales y subtropicales de muy poca profundidad. Pueden ser encontrados también asociados a ciertos estuarios y otros hábitats costeros dominados por macroinvertebrados sésiles como poliquetos tubícolas, esponjas o ascidias.



*Arrecifes de coral*

Pueden ser encontrados también asociados a ciertos estuarios y otros hábitats costeros dominados por macroinvertebrados sésiles como poliquetos tubícolas, esponjas o ascidias.

La predicción para un hábitat dado acerca de la presencia de una población de caballitos de mar no siempre es posible. Esto es porque existen particularidades en cada uno de estos hábitats que podrían estar condicionando su presencia o ausencia. Como cualquier otro organismo, estará presente alguna especie de caballito de mar si esta cuenta con las adaptaciones necesarias que le permitan subsistir y reproducirse en el medio.

Por otra parte, no se conoce ningún hábitat en donde sean los caballitos de mar los organismos que dominan. En general se presentan como integrantes de una variedad de especies, estando poco representados en cuanto al número de individuos. No es común encontrar una población con más de cinco caballitos de mar cada cien metros cuadrados, siendo lo más usual una densidad menor a un individuo frente a esa unidad de superficie.

La creación de hábitats artificiales muchas veces favorece la presencia de caballitos de mar, por ejemplo en los puertos se crean ambientes de circulación de agua casi cerrada. Este caso particular es contrario a las características que suele atribuirse a los hábitats de los caballitos de mar, ya que suelen ser ambientes de gran inestabilidad y contaminación.

## ***¿Para qué son utilizados los caballitos de mar?***

Los caballitos de mar están incorporados a las sociedades humanas no solamente en representaciones, historias o fotografías. Son utilizados por las diversas culturas humanas. En la generalidad de los casos, esta utilización requiere que se retire al animal de su medio ambiente para poder darle el destino que el ser humano le ha asignado. Por este motivo debe hablarse de pesquerías.

### ***¿Y para qué los pescan?***

Rara vez para alimentación, y cuando aparecen en algún plato de culturas orientales cumplen un rol más bien decorativo o con

connotaciones curativas, afrodisiacas o de alguna índole poco relacionada con la nutrición del que lo ingiere. Así es que las pesquerías de caballitos de mar son uno de los raros ejemplos donde su práctica no se relaciona con propósitos de la alimentación humana.

El destino principal que se le da a los caballitos de mar es el de su uso en medicinas tradicionales. El caso más estudiado es el de la Medicina Tradicional China, pero también son utilizados en las medicinas de otras culturas de oriente y latinoamericanas. En cada caso se utilizan para algún propósito curativo o vigorizante en particular abarcando un muy variado espectro de tratamientos que van, desde su implementación para el asma, hasta su utilización como tónico o



*Comercialización de caballitos de mar en China*

afrodisiaco. En general los caballitos de mar pescados son deshidratados, molidos y administrados en conjunto con hierbas o en bebidas alcohólicas.

La utilización de caballitos de mar en occidente está más relacionada con el dominio que pudiera ejercer el ser humano sobre el animal. La que sobresale es su utilización en acuarismo, planteando un desafío profesionalizado a quienes se proponen mantener con vida a estos animales en condiciones de cautiverio.

Por último son utilizados junto a otra gran variedad de organismos marinos, como corales, esponjas, caracoles, estrellas de mar, etc., como elemento decorativo, de colección o como simple curiosidad. Los caballitos de mar que son pescados, luego son deshidratados y vendidos sueltos o como parte de artesanías de distinto tipo en comercios, que en general, se dedican a estos rubros en los destinos turísticos de playa.



\* Caballitos de mar ofrecidos como curiosidades marinas junto a otros organismos en destino turísticos de playa.

## ***La situación de conservación de los caballitos de mar***

Las amenazas a estas especies son múltiples y los casos estudiados concluyen que existe una declinación generalizada en las poblaciones de caballitos de mar. Las causas son variadas y responden a factores propios de la región donde se encuentre la población de caballitos de mar.

Ya mencionamos en el apartado anterior que existen pesquerías de caballitos de mar pero no se ha mencionado la magnitud de ellas. Puede inferirse que debiera ser cuantiosa la cantidad de caballitos deshidratados para medicinas tradicionales debido a que su principal mercado es el chino. Y de hecho es así, cientos de toneladas de caballitos de mar deshidratados son volcadas a este mercado. Si como referencia se toma que un caballito de mar deshidratado promedio puede pesar alrededor de siete gramos, una tonelada de los mismos arroja el escalofriante número de casi ciento cincuenta mil caballitos de mar que sufren este destino. Si se multiplica por cientos de toneladas anuales de consumo, da muchos millones.

Si recordamos lo mencionado en párrafos anteriores, los hábitats de los caballitos de mar deben reunir muchas condiciones y, que además, su densidad siempre será relativamente baja. *El volumen de caballitos de mar comercializados mundialmente llama a la reflexión sobre la sustentabilidad de estas prácticas en plazos que son relativamente cercanos.*

Por mucho que impacte sobre las poblaciones de caballitos de mar la remoción constante de ejemplares del medio natural mediante su pesca, no es la mayor amenaza que enfrentan. Incluso la pesca de caballitos de mar es considerada en muchos casos incidental. Esto significa que no son el objeto de la pesquería, sino que otra u otras especies lo son. Lo que ocurre es que con prácticas o artes de pesca poco selectivas los caballitos de mar acompañan a las especies que son objeto de búsqueda. No obstante los caballitos de mar generalmente son separados y acopiados por los pescadores primero y luego por otros intermediarios que reúnen los caballitos de mar pescados por otros barcos y así el volumen de caballitos de mar pescados aumenta hasta llegar a números que puedan ser volcados en el mercado. Esto está estudiado en numerosas pesquerías globalmente y sobresalen las que se centran en camarones.

## **La destrucción de los ambientes, un problema para el caballito de mar**

*La pesca no selectiva nos introduce entonces en una de las mayores problemáticas a las que se enfrenta un caballito de mar en conjunto con otra muy cuantiosa y muchas veces desconocida cantidad de especies; esto es, la degradación de los hábitats. Las redes que pescan caballitos de mar en la búsqueda de*

otras especies son las que pescan del fondo marino y se las conoce como rastras. Estas redes poseen cadenas que al pasar rompen el lecho marino permitiendo que los sedimentos, organismos y todo lo que se interponga en su trayectoria sea incorporado y seleccionado en la red. El efecto devastador del fondo marino frente a estas prácticas pesqueras es evidente.

La degradación de hábitats en el mar está generalizado y sus causas son múltiples, siendo la pesca de arrastre solamente una de ellas. Contaminación, dragados, extracción de piedra caliza de arrecifes, introducción de especies exóticas, pesca con cianuro, calentamiento global, urbanización de áreas costeras, etc., son otros factores que están remodelando los mares del mundo y su efecto saliente es un proceso de reducción en muchos de los hábitats marinos y la biodiversidad.

Los caballitos de mar son especialmente sensibles a estos cambios dado que se encuentran asociados, como ya hemos mencionado, a ecosistemas que son muy afectados por la degradación multicausal que se observa. Estos son los pastos marinos y los arrecifes de coral. En conjunto, ya se han perdido al menos la mitad de lo que existía de estos ecosistemas hace tan solo treinta años y, la mayor parte del remanente de estos está seriamente amenazado o en proceso de degradación. El efecto de declinación sobre las poblaciones de caballitos de mar globalmente es al menos el proporcional de lo que se observa para sus hábitats.

Frente a un panorama sombrío en cuanto a la conservación de los caballitos de mar en todo el mundo, se implementaron estrategias de regulación para su comercialización internacional. Es así como la Convención para el Tráfico Internacional de Especies de Flora y Fauna (CITES) ha inventariado a todas las especies de caballitos de mar reconocidas y se establecen cupos de tráfico internacional para cada especie en particular. También todas las especies de caballitos de mar son objeto de preocupación para otros organismos internacionales. Por ejemplo, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) ya ha incluido en la Lista Roja de Especies Amenazadas a casi todas las especies descritas de caballitos de mar, intentando clasificarlas según su grado de amenaza. Otras iniciativas también son llevadas a cabo local o nacionalmente y tienden a la regulación o preservación de estos recursos. Como hemos indicado el nivel de amenaza hace que cualquier iniciativa de protección o regulación, sea esta internacional o local, luzca como insuficiente frente al nivel de amenazas que se plantean.

## ***Caballitos de mar: ¿un desafío tecnológico?***

Hemos analizado que la demanda de caballitos de mar para el consumo humano es cuantiosa y responde a varios propósitos no alimenticios en los que destacan las medicinas tradicionales de algunas regiones y, en menor medida, el acuarismo profesional. La demanda de este producto "caballito de mar" ha crecido de forma



\* *Juvenil de caballito de mar en cautiverio*

exponencial en las últimas décadas debida fundamentalmente a modificaciones en el contexto socioeconómico de China, que ha incorporado al consumo a millones de personas que anhelan este tipo de productos.

La perspectiva actual frente al incremento del consumo y las pesquerías en colapso o degradación tiene efectos sobre múltiples variables. En algún caso, un esfuerzo mayor de captura en contraposición a disposiciones o medidas tendientes a la conservación. Así también, el efecto que ve el mercado en estos casos es un incremento del precio del producto "caballito de mar".

Un mercado insatisfecho de estas dimensiones es el estímulo esencial para el planteo de iniciativas que tiendan a equilibrar el mercado. Estas soluciones generalmente son de carácter tecnológico dado que el precio del producto y su escasez en el medio natural crean el contexto propicio para intentar su producción en cautiverio y esto supone investigación y desarrollo.



\* *Crías de caballito de mar en cautiverio*

Experiencias previas a esta incipiente industria de producción de caballitos de mar pueden encontrarse en el acuarismo profesional, que es donde se lograron los primeros éxitos respecto de poder cerrar el ciclo de vida de algunas de las especies en cautiverio. Esto es, que los caballitos de mar se reproduzcan y se desarrollen durante algunas generaciones fuera de su hábitat natural en condiciones controladas.

*El precio de un caballito de mar en alguno de sus mercados es el determinante primordial para que puedan desarrollarse y aplicarse estas tecnologías.* Hoy los caballitos de mar vivos para fines ornamentales presentan altos precios, tendiendo a cerrar la ecuación entre el costo de producción, el agregado de valor entre los intermediarios y el valor en el mercado. Esto hace posible sostener producciones de caballitos de mar para este mercado. El agregado benéfico para el usuario de esta actividad es que los caballitos de mar comercializados de este modo están mejor adaptados a condiciones de cautiverio fundamentalmente en cuanto a lo que se refiere a la alimentación de los animales. El mercado de peces ornamentales también ofrece la oportunidad de la generación de dispositivos, accesorios, medicamentos y alimentos que incrementan la potencialidad del negocio.

En cuanto al mercado de medicinas tradicionales, o alguno de ellos, la problemática es mayor. El costo del producto al consumidor en estos casos es muy inferior al de un caballito de mar vivo utilizado en acuarismo. Por otra parte, la demanda es varios órdenes de magnitud mayor. Estos dos motivos, menor precio y mayor esfuerzo de producción continúan siendo un impedimento para los emprendedores que se plantean explorar estas alternativas tecnológicas.

El desarrollo de la producción masiva de caballitos de mar seguramente provoque una disminución de los costos a favor de llegar a la mayor cantidad de consumidores posibles. Es por este motivo que estas tecnologías no debieran tomarse como aventuras de negocio por parte de emprendedores privados sino que debieran ser fomentadas desde intereses conservacionistas en conjunción con aquellos. Si se dejara que el mercado regule la actividad de forma exclusiva, seguramente primero sobrevendría un colapso de estos recursos naturales y luego la aparición de tecnologías que satisfagan al mercado.

*Las entidades que no buscan un retorno de corto plazo en su inversión, y puedan anteponer intereses de conservación y desarrollo sustentable debieran ser las principales involucradas en el desarrollo de la actividad.*



*Instalaciones para cría de caballitos de mar*

## ***Una breve reseña de la presencia de caballitos de mar en Latino América y Argentina***

En el continente americano el número de especies de caballitos de mar en los hábitats marinos es solo de cinco a diferencia de las alrededor de treinta que se hallan en la región indopacífica. Una sola especie se encuentra del lado del Océano Pacífico, fundamentalmente en Perú, y cuatro en la región atlántica abarcando un rango geográfico mucho más amplio que comprende desde el sur de Canadá a la zona Norte de la Patagonia Argentina.

De estas cuatro especies atlánticas, dos habitan únicamente en las regiones tropicales del Caribe y Brasil. De las otras dos especies, una extiende su distribución hacia el Norte y la otra hacia el Sur.

Todas las especies americanas afrontan las problemáticas de conservación analizadas anteriormente: la sobrepesca y la degradación de hábitat. Estas especies generalmente proveen ejemplares para el consumo a los mercados internacionales que ya hemos mencionado de peces ornamentales y de medicinas tradicionales. Existen en estos casos cadenas de comercialización que incluyen a pescadores, acopiadores, exportadores e importadores.

De las cuatro especies mencionadas para la zona atlántica, hasta hace poco se habían identificado solamente tres. La última de ellas en ser descrita, *Hippocampus patagonicus*, fue caracterizada para el Norte de la Patagonia en el año 2004. Antes de esta descripción solo había registros esporádicos de caballitos de mar habitando las aguas del Atlántico Suroccidental y se los asignaba a la especie más ampliamente distribuida que llega en su rango de distribución hasta el Sur de Canadá, *Hippocampus erectus*. La descripción de la especie del Sur motivó estudios para determinar cuál era su límite de distribución Norte, además de poner a prueba la validez de una especie nueva en el mapa de los caballitos de mar americanos. Los resultados de estas investigaciones que incluyeron marcadores genéticos (ADN), confirman que esta especie recientemente descrita es válida pero que se encuentra muy cercana evolutivamente a su especie hermana del hemisferio Norte. Estudios que todavía no son concluyentes situarían su límite Norte al Sur de la desembocadura del Río Amazonas.

La aparición de una especie nueva en el mapa acarrearía implicancias en las regulaciones respecto de la conservación de estas especies debido a que se restringe el rango de distribución de una de las es-

pecies y se crea uno nuevo. *Las problemáticas de conservación que se creía que tenía la especie del Norte, Hippocampus erectus, en el extremo sur de su rango de distribución geográfica hoy debieran aplicarse a la especie recientemente descrita, Hippocampus patagonicus.* Por algunas causas, esto en la actualidad aún no ha ocurrido situando a esta nueva especie en un marco de vulnerabilidad, por no estar incluida en algunas de las regulaciones internacionales más relevantes que sirven de plataforma para iniciar programas de conservación específicas.

*Hippocampus patagonicus* en Argentina, al presente solamente esta descrito formando poblaciones estables en dos localidades. Una es en la Bahía de San Antonio en la Provincia de Río Negro que es un ambiente sumamente atípico en la extensa plataforma del Mar Argentino. En esta zona los caballitos de mar son pescados por recolectores de mariscos y se los utiliza fundamentalmente para su venta como suvenires playeros o como parte de artesanías. También, en menor medida, se tienen datos de su colocación en el mercado de mascotas exóticas. Por otro lado, en esta localidad se observa la degradación de su hábitat por un rápido crecimiento en la urbanización de las costas de la Bahía y el asentamiento de emprendimientos industriales, algunos de gran envergadura. Así también, es una zona turística que experimentó una reciente y significativa expansión. Esto último conlleva una mayor demanda de estos suvenires y una intromisión más acentuada en el hábitat de los caballitos de mar, desplazándolos progresivamente.

La otra localidad donde se registra una población estable de esta especie es el interior del Puerto de Mar del Plata que es una de esas áreas paradójicas para la presencia de caballitos de mar que ya hemos analizado en apartados anteriores. Cabe destacar que en esta localidad y localización, los caballitos de mar se encuentran en aguas altamente contaminadas, sometidos a disturbios permanentes como pueden ser el dragado del lecho del Puerto, el volcado de combustible y otras sustancias, el descarte de pescado, etc. Así también, el Puerto de Mar del Plata está ubicado en el centro de la ciudad turística más grande de la Argentina con visitantes ávidos de suvenires exóticos como lo son los caballitos de mar.

Se sospecha de otros pocos puntos sobre el Mar Argentino donde podrían localizarse poblaciones estables de caballitos de mar por la aparición esporádica pero frecuente de ejemplares en las inmediaciones, pero ninguno de ellos puede ser confirmado aún.

## **Consideraciones finales**

Con la información acerca de los caballitos de mar que fuimos recopilando a lo largo del presente capítulo, se puede aseverar que la percepción del ser humano hacia estos animales contiene facetas que los sitúan, en la fantasía o en la realidad, como portadores de atributos especiales. Se relatan historias, se los considera objeto de conservación, son atracciones dentro de ecosistemas naturales o de cautiverio o son consumidos por *“poseer propiedades curativas o vigorizantes”*. Estos fenómenos de interacción encuentran algunas explicaciones al analizar su morfología, comportamiento y reproducción. La comprensión de la conjunción de los *“atributos”*, que fuimos analizando, podría ser útil para realizar una valoración más objetiva de estos animales y su rol en la naturaleza y en el medio humano.

## **Links**

[http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Hippocampus\\_comes/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Hippocampus_comes/en)

<http://www.iim.csic.es/proyectohippocampus>

<https://www.facebook.com/proyectohippocampus?fref=ts>



*SUGERIMOS VER EL VIDEO*

*“Para pensar”*

*<http://www.youtube.com/watch?v=UR7ZuO7uJwM>*

---

## **Bibliografía general y de consulta**

### **Bibliografía y sitios de interés**

- Agustina De Dios y otros, 2011. *Biología* 3. 1ª Edición, Buenos Aires. Aique Grupo Editor. 256 p.
- Curtis, H.; Barnes, S.; Schnek, A. y Massarini, A. 2008. Curtis *Biología*. Editorial Panamericana. 7ª edición. Buenos Aires. 1160 p.
- *Educación Ambiental: de la conservación a la formación para la ciudadanía*. - 1a ed. - Buenos Aires: Ministerio de Educación - Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2009. 40 p.1. Material Auxiliar para la enseñanza.
- Maglione, Carla y Varlotta Domínguez, Nicolás, 2011. *Mapas conceptuales digitales: serie estrategias en el aula en el modelo 1 a 1*. Educ.ar S.E., 1ª ed. Buenos Aires. 40 p.
- Vallarino E y R. Elías. 2005. *El mar como recurso pedagógico*. UNMdP 88pp.
- Vallarino E. A. y R. Elías. 2009. *La vida en las costas rocosas*. Guía de campo. Ed. Dunken. 64 pp.

### **Links**

- Aportes para el aula: Serie Educación ambiental 1, 2 ,3 y 4. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- Evaluaciones y rúbricas. Descargado el 29-03-2013 del sitio web Recursos educ.ar. En: [http://www.educ.ar/recursos/ver?rec\\_id=91346](http://www.educ.ar/recursos/ver?rec_id=91346)
- Especie bandera: [http://en.wikipedia.org/wiki/Flagship\\_species](http://en.wikipedia.org/wiki/Flagship_species)
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Hippocampus\\_comes/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Hippocampus_comes/en)
- Jesús Maria Mendez Perez, 2009. Cambios fisiológicos de color en peces. Bioluminiscencia. Práctica segunda del curso de Ecofisiología animal. Descargado el 04 de Marzo de 2013 del sitio web Opencourse Universidad de Murcia, Contenidos docentes abiertos. En: <http://ocw.um.es/ciencias/ecofisiologia-animal/practicas-1>
- Proyecto Caballito: <http://proyectocaballito.blogspot.com.ar>
- Proyecto Hippocampus <http://www.iim.csic.es/proyectohippocampus>
- Proyecto La ciencia hace escuela: [www.maresyoceanos.com.ar](http://www.maresyoceanos.com.ar)

- UNESCO - Década de la educación por el desarrollo sostenible:  
<http://www.unesco.org/new/es/our-priorities/sustainable-development/>
- Texto de la carta de la tierra:  
[http://www.earthcharterinaction.org/invent/images/uploads/echarter\\_spanish.pdf](http://www.earthcharterinaction.org/invent/images/uploads/echarter_spanish.pdf)
- Sitio Web de Educación del Proyecto Marino Patagónico.  
<http://gef-educacion.ambiente.gov.ar/?idarticulo=4709>
- Wikipedia: <http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>

## Videos

- Video: Caballitos de mar alimentándose  
<http://www.youtube.com/watch?v=0PmbBF0xzmY>
- Video: Cortejo de caballitos de mar  
<http://www.youtube.com/watch?v=meYGdmDhlag>
- Video: *Proceso de parto de un caballito de mar*  
<http://www.youtube.com/watch?v=oUyG0PFu8QQ>
- Video: *Las crías de caballitos de mar*  
<http://www.youtube.com/watch?v=aUDKsGs0zk>
- Video: *Juveniles de caballito de mar*  
<http://www.youtube.com/watch?v=qNsRtDODcY0>
- Video: *Para pensar* <http://www.youtube.com/watch?v=UR7ZuO7uJwM>
- Vídeo *“Apareamiento, fecundación y desarrollo del caballito de mar”*  
[http://www.youtube.com/watch?v=T5iTMQPbyDA&playnext=1&list=PL08EC541FCB777B42&feature=results\\_video](http://www.youtube.com/watch?v=T5iTMQPbyDA&playnext=1&list=PL08EC541FCB777B42&feature=results_video)
- Vídeo *“Cortejo del caballito de mar”*  
<http://www.youtube.com/watch?feature=fvvp&NR=1&v=iWDizBk3f3U>
- Vídeo *“Cuidado parental peces”*: Museo de ISFD 35, Profesorado en Ciencias Naturales, Monte Grande, Buenos Aires, 2008. Reproducción de *Cichlasoma nigrofasciatum*, parte 1, Fam. Cichlidae. En: <http://www.youtube.com/watch?v=fqb8g-CFnwY>
- Vídeo *“Fecundación externa”*  
<http://www.youtube.com/watch?v=QsrVJySTmrc>
- Vídeo *“Fecundación”*  
<http://www.youtube.com/watch?v=21L-JVu8hnQ>