

ÉTICA E INVERTEBRADOS: ANÁLISIS DE LOS CASOS DE LOS CEFALÓPODOS Y EQUINODERMOS

ÉTICA E INVERTEBRADOS: ANÁLISE DOS CASOS DOS CEPHALOPODS E
ECHINODERMS

ETHICS AND INVERTEBRATES: ANALYSIS OF THE CASES OF THE
CEPHALOPODS AND ECHINODERMS

Enviado: 11/04/2018 Aceptado: 28/05/2018

Augusto César Crespi-Abril

Dr. en Biología, Laboratorio de Oceanografía Biológica (LOBio), Centro para el Estudio de los Sistemas Marinos (CESIMAR-CONICET). Email: crespi@cenpat-conicet.gob.ar

Tamara Rubilar

Dra. en Biología, Laboratorio de Oceanografía Biológica (LOBio), Centro para el Estudio de los Sistemas Marinos (CESIMAR-CONICET). Email: rubilar@cenpat-conicet.gob.ar



Existen diferentes posturas éticas respecto a la naturaleza y a los seres vivos en particular, sin embargo, estas posturas muy rara vez consideran a los invertebrados. Este tipo de animales conforma más del 90% de las especies que habitan nuestro planeta. Muchas especies de invertebrados son utilizadas ampliamente en la investigación científica puesto que son relativamente fácil de criar y mantener en condiciones de laboratorio. Esto hace que sean muy versátiles para ser usados como modelos biológicos de otras especies de animales inclusive de los humanos. Sin embargo, los grados de avance de la reflexión ética en torno a la experimentación en invertebrados varían enormemente. En este trabajo, nos enfocamos en los equinodermos y cefalópodos, dos grupos de animales que se encuentran evolutivamente muy distanciados entre sí y que tienen grados contrastantes de consideración moral por parte de la sociedad en general, y por parte de la comunidad científica en particular. Empero, los equinodermos se encuentran evolutivamente hablando más cercanos a los humanos que los cefalópodos. Es nuestra intención generar una reflexión responsable en el lector sobre los criterios utilizados actualmente para considerar qué animales deben ser considerados moralmente y plantear un camino alternativo.

Palabras claves: reflexión, dolor, ética, animales

Existem diferentes posturas éticas em relação à natureza e aos seres vivos em particular. No entanto, essas posturas raramente consideram os invertebrados. Estes animais representam mais de 90% das espécies que habitam o nosso planeta. Muitas espécies de invertebrados são amplamente utilizadas em pesquisas científicas, posto que são relativamente fáceis de se reproduzir e de se manter sob as condições de laboratório. Isso os torna muito versáteis para serem usados como modelos biológicos de outras espécies animais, incluindo os humanos. No entanto, os graus de avanço da reflexão ética em torno da experimentação em invertebrados variam enormemente. Neste trabalho, nos concentramos em equinodermos e cefalópodes, dois grupos de animais que são evolutivamente muito distantes entre si e que possuem graus contrastantes de consideração moral pela sociedade de um modo geral e também por parte da comunidade científica. No entanto, os equinodermos se encontram, evolutivamente falando, mais próximos dos seres humanos do que os cefalópodes. É nossa intenção gerar uma reflexão responsável no leitor sobre os critérios atualmente utilizados para



considerar quais animais devem ser considerados moralmente e propor um caminho alternativo.

Palavras-chave: reflexão, dor, ética, animais

There are different ethical approaches in regarding Nature, however, invertebrates are rarely considered from an ethical perspective. Invertebrates represent more than 90% of the species that inhabit our entire planet. Since they are easy to reproduce and keep them alive under laboratory conditions, are widely used in scientific research. Invertebrates are versatile to be used as biological models of different species including humans. However, the ethical reflection around them varies enormously. In this work, we focus on two groups of invertebrates: echinoderms and cephalopods. These groups of animals are evolutionarily very distant from each other and also present different level of moral consideration by humans. However, echinoderms are closer to humans than cephalopods. With this work it is our intention to generate in the reader a responsible reflection on the criteria currently used to consider which animals should be considered morally, and propose an alternative path.

Keywords: reflection, pain, ethics, animals

I. Introducción

La actividad científica tuvo sus orígenes en la modernidad luego de los grandes avances en la comprensión de la naturaleza ¹por parte de los que han sido denominados como padres de la ciencia (Galileo, Kepler, Brahe, Newton) (Moledo & Olszevicki, 2013). Dichos avances se dieron gracias a una nueva manera de producir conocimiento siguiendo un método que ponderaba las observaciones sistemáticas y la manipulación controlada de la naturaleza (experimentación). La matematización de la observación y la utilización de la lógica como herramienta de razonamiento (racionalidad instrumental) fueron claves para el progreso del conocimiento científico. La corriente científicista fue madurando y a principios del siglo XX se conformó el Círculo de Viena para la concepción científica del mundo, cuyos integrantes escribieron un manifiesto titulado 'La visión científica del mundo' donde se explicitaba el carácter verificable del conocimiento científico basado en la empiria (Flichman & Abeledo, 1998; Klimovsky, 2005). Todo este ímpetu de la ciencia estaba fomentado por una concepción heredada de la antigüedad: todo conocimiento es inherentemente bueno. Esto condujo a que la ciencia fuera tras un conocimiento verificado sobre las regularidades que se observan en la naturaleza e hiciera de su principal valor el incrementar dicho conocimiento. Sin embargo, desde hace un tiempo se está cuestionando ²el hecho de que la ciencia esté impulsada fundamentalmente solo por la generación de conocimiento, y la reflexión ética está comenzando a restringir algunos aspectos de la misma.

Existen dos maneras de valorar moralmente a la naturaleza (Cheney & Weston, 1999; Weston, 2009). Un enfoque considera que para que la naturaleza (o alguno de sus componentes) sea objeto de valoración moral es necesario mostrar que es consciente y exhibe señales de sufrimiento, es decir, que es sintiente. Esto restringe la naturaleza solo a algunos organismos vivos. El otro enfoque considera que la naturaleza es objeto de consideración moral independientemente de que podamos mostrar que sea sintiente. Este último enfoque implica una serie de cambios importantes en la forma que se desarrolla la ciencia puesto que involucra la naturaleza de una manera holística (y no

¹ Por naturaleza entendemos al mundo físico que nos rodea, es decir, a los ecosistemas marinos, terrestres y aéreos junto con los organismos que los habitan.

² Este cuestionamiento se hizo mucho más fuerte luego de que salieran a la luz las atrocidades hechas sobre las personas en la segunda guerra mundial. En ese momento de la historia se utilizaron personas para realizar experimentos aberrantes con el fin de conocer los límites de tolerancia del cuerpo en diferentes situaciones. Esto dio pie a que se comience a exigir protecciones básicas para las personas que se someten a investigación y posteriormente muchas de estas protecciones se comenzaron a exigir a animales no humanos también.



restringida a solo algunos seres vivos) y además cambia el valor fundamental que rige a la ciencia (la ciencia pasa de obtener conocimiento verificado y neutro moralmente a considerar la reflexión ética dentro de su campo de acción).

En este trabajo vamos a realizar una síntesis de las diferentes posturas éticas respecto a la naturaleza, contextualizándola en torno a los invertebrados. Para ello, nos enfocaremos en dos grupos de invertebrados con diferentes grados de avance sobre la reflexión ética: los equinodermos y los cefalópodos. Planteamos que los criterios actuales utilizados para considerar que los animales sienten dolor son insuficientes e intentamos proponer mecanismos alternativos y generar una reflexión en el lector.

II. Invertebrados

En primera instancia debemos saber qué se entiende por invertebrado. El término invertebrado no existe formalmente dentro del sistema de clasificación jerárquica de las especies, pero se utiliza informalmente para agrupar todas las especies animales que no pertenecen al grupo vertebrados³. Los invertebrados suelen ser animales de pequeño tamaño, carecen de esqueleto interno, y muchos están recubiertos por conchas, caparazones o algún otro tipo de cubierta rígida. Este grupo abarca más del 90% de los 10 millones de especies del planeta (Figura 1) (Kellert, 1993). El uso de invertebrados en estudios científicos es muy habitual porque son fáciles de criar y reproducir, lo que hace que sean muy versátiles para realizar diferentes estudios y además son muy útiles como modelos biológicos de otras especies de animales incluyendo a humanos (Horvath, Angeletti, Nascetti & Carere, 2013). Las prácticas científicas sobre invertebrados son diversas e incluyen estudios toxicológicos, electrofisiológicos y comportamentales que muchas veces implican daños permanentes, incluso la muerte, del individuo.

³ El término vertebrado si corresponde a una categoría en el sistema de clasificación de las especies.

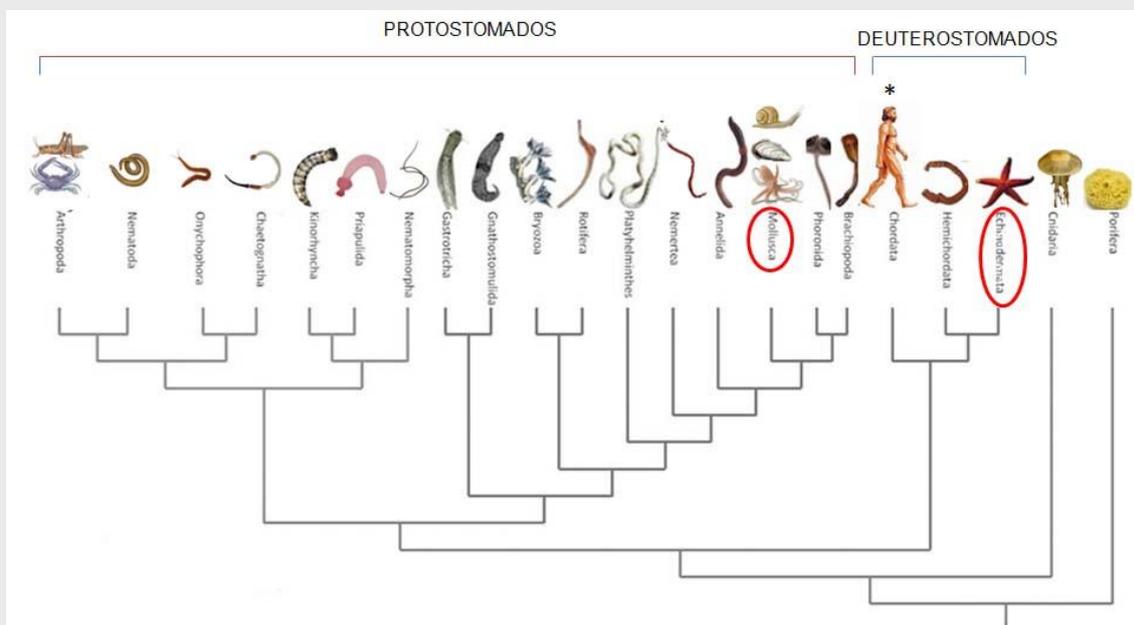


Figura 1. Relaciones filogenéticas de los metazoos (Paps, Baguna, Riutort, 2009). Observe la posición de los dos grupos en estudio (Cefalópodos y equinodermos). El asterisco denota el grupo vertebrados dentro del cual se agrupan los peces, reptiles, aves y mamíferos. Existen dos linajes de metazoos: los protostomados y los deuterostomados. La separación de estos dos linajes es ancestral, data del Cámbrico (hace más de 500 millones de años). La diferencia fundamental entre ambos grupos está en la posición de la boca durante el desarrollo embrionario. En los protostomados la boca deriva del primer orificio (blastoporo) que aparece en el embrión, mientras que en los deuterostomados la boca es una neoformación que aparece posteriormente en el desarrollo embrional.

La conciencia como base de la ética

En términos generales, la ética reflexiona sobre situaciones que implican algún tipo de conflicto. En ciencia hay diversos tipos de conflictos, pero no todos ellos son considerados para la reflexión ética. El criterio más aceptado para establecer qué tipos de conflictos son objeto de reflexión ética es si afectan a los humanos de alguna manera (Guariglia & Videla, 2011). Este punto de vista considera, claramente, que todos los humanos son sujetos de consideración moral (doctrina antropocéntrica), pero, esto no ocurre para otros seres vivos (doctrina no antropocéntrica). Esto establece una dificultad, puesto que hay que establecer qué criterio usar para determinar qué ser vivo debe ser considerado como sujeto de consideración moral. Un enfoque plantea que los seres vivos deben ser sintientes o conscientes (capacidad de percibir experiencias positivas o negativas), lo cual implica consideraciones comportamentales, evolutivas y fisiológicas basadas en referencias humanas (Edelman & Seth, 2009). Por lo tanto, para determinar si un ser viviente debe ser sujeto de consideración moral primero tienen que



existir hechos científicos que demuestren la existencia de consciencia (Chandroo, Yue, & Moccia, 2004; Griffin & Speck, 2004; Ellwood, 2011; Lewbart & Mosley, 2012; Mather, 2016). Este enfoque se caracteriza como una ética basada en epistemología (Cheney & Weston, 1999; Weston, 2009) y sostiene que el mundo que percibimos consiste en una serie de hechos, que debemos estudiar y entender con rigurosidad científica (enfoque epistémico) y la ética sistematiza y unifica nuestras prácticas bajo ciertos valores morales en caso de ser necesario. Por otro lado, está la epistemología basada en la ética (Weston, 2009). Este enfoque planea que debe cambiarse la relación existente entre la epistemología y la ética. ¿Qué sucedería si el mundo en que vivimos es percibido principalmente desde nuestras prácticas éticas, en vez de nuestras prácticas epistemológicas? El principal supuesto de este nuevo enfoque es que la consideración ética debe surgir antes que la consideración epistemológica (Cheney & Weston, 1999; Weston, 2009). Lo que sucede normalmente al momento de definir si un ser vivo merece ser sujeto de consideración moral es que hay que demostrar que el individuo tiene conciencia (Edelman & Seth, 2009). Sin embargo, si tenemos una aproximación al mundo basada en la ética en primera instancia estableciendo una relación de respeto con los seres vivos nos permite conocerlos (desde un enfoque epistémico) sin ser necesario el buscar argumentos epistemológicos para demostrar la consciencia y luego considerarlos éticamente.

El sufrimiento como base de la ética

En la ética basada en la epistemología, la reflexión está sostenida por hechos científicos. Por lo tanto, para que algún organismo sea sujeto de consideración moral debe demostrarse que es un ser sintiente o consciente utilizando criterios humanos (Edelman & Seth, 2009). Durante mucho tiempo se consideró que sólo el ser humana era sujeto de consideración moral porque se creía que era el único ser viviente con consciencia, ya que era capaz de razonar, hablar, desarrollar una cultura, etc. Sin embargo, ya en 1789, Jeremy Bentham en *Principles of Morals and Legislation* escribió “la pregunta no es ¿pueden razonar?, ni ¿saben hablar?, sino ¿pueden sufrir?” y puso el sufrimiento como principal parámetro para definir si un organismo debiera ser considerado moralmente. En base a esto se comenzó a intentar demostrar el sufrimiento animal y ello implica necesariamente reunir y sistematizar conocimientos sobre comportamiento, evolución y fisiología. Sin embargo, adquirir conocimiento sobre esos aspectos en un grupo tan



diverso de organismos y de tan pequeño tamaño, como son los invertebrados, puede ser particularmente complejo. Debido a la dificultad de demostrar que los animales pueden sufrir, se recurrió a argumentos que demuestren que los animales no sufren. Desde este punto de vista, se argumentó que el sistema nervioso de los invertebrados es notablemente menos complejo que en mamíferos. Los invertebrados, se señalaba, carecen de corteza cerebral y dicha estructura es la responsable de las experiencias dolorosas, por lo tanto, concluían, los invertebrados son incapaces de percibir dolor (Ellwood, 2011; Della Rocca, Di Salvo, Giannetoni & Goldberg, 2015; Key, 2015). Lógicamente hablando, no es válido sostener este razonamiento: si un animal tiene corteza cerebral entonces percibe las experiencias dolorosas, como el animal no posee corteza cerebral, por lo tanto, no percibe experiencias dolorosas. Esto es una falacia formal de negación del antecedente (Si 'a' entonces 'b', no 'a' en consecuencia no 'b'). La evolución ha producido suficientes sinapomorfías⁴ anatómicas y por lo tanto no se debe descartar la posibilidad de que alguna otra estructura (o configuración del sistema nervioso) pueda ser la responsable de percibir las sensaciones dolorosas. Sobre todo si consideramos que el dolor es crucial para preservar la integridad física del organismo en diferentes grupos animales (mamíferos, aves, peces, incluso invertebrados).

El dolor como base de la ética

Los seres vivos se enfrentan permanentemente a peligros que ponen en riesgo su integridad física y para evitar ser dañados ejecutan respuestas nociceptivas. La nocicepción es el proceso neural más elemental del sistema nervioso para detectar y procesar un estímulo nocivo. Los estímulos nocivos son los que generan daño a los tejidos (Perl, 1988). Hay que tener en cuenta que este proceso no es sinónimo de dolor, sino que es simplemente una respuesta rápida e involuntaria (acto reflejo) y que no necesariamente está asociada a una sensación negativa de dolor. El dolor es una advertencia consciente asociada a un sentimiento negativo que se origina de un daño real o potencial a la integridad física del organismo (Perl, 1988; Elwood, 2011). A su vez, el dolor puede inducir un recuerdo a largo plazo acoplado a un aprendizaje para evitar la situación que generó esa experiencia dolorosa (Bateson, 1991). En todos los casos, la experiencia de dolor implica necesariamente la existencia de un proceso de nociceptivo,

⁴ Distintas estructuras análogas por tener la misma función pero que evolucionaron de forma paralela.



puesto que es parte de un conjunto de reacciones complejas protectoras y asociadas con la recepción de ese estímulo nocivo (Perl, 1988). Un ejemplo de ello en humanos es que el acto reflejo (respuesta nociceptiva) que se dispara al tocar algo caliente, que precede claramente la experiencia de dolor. A diferencia de otros estímulos, la nocicepción puede ser de bajo o alto umbral. La de alto umbral debe superar ese un valor específico para desencadenar una respuesta. Si este no fuera el caso cualquier mínimo toque sobre la piel podría generar una respuesta. Este umbral asegura que cuando se genera la señal el estímulo es nocivo sin ambigüedades. La nocicepción de bajo umbral genera una señal con una intensidad de estímulo bajo y no necesariamente indica daño del tejido. Estas señales también son necesarias porque son las que permiten generar las respuestas para evitar que el daño se incremente (Perl, 1988). A pesar de que la selectividad del estímulo nocivo en los órganos sensoriales no describe por sí solo el aparato neural involucrado en el dolor, existe una relación entre el nociceptor aferente⁵ y el dolor. Es decir que debe existir una conducción de la señal del órgano que recibe el estímulo lo que es crucial para la sensación subjetiva del dolor. Es casi un hecho irrefutable que todos los animales poseen un circuito neuronal responsable de la nocicepción (Besson, Guilbaud & Ollat, 1994). Sin embargo, aún pone en duda la existencia de sensaciones dolorosas en los individuos de muchas especies animales. La respuesta de un organismo a un estímulo nocivo mediante una respuesta nociceptiva o mediante dolor, implica tener diferentes consideraciones sobre su bienestar. Ahora bien, determinar cuáles son los animales que sienten dolor no es una tarea fácil. Las investigaciones en esta línea son extremadamente dificultosas, en gran medida por la imposibilidad de identificar claramente sensaciones subjetivas, incluso sobre humanos (Sherwin, 2001). Sin embargo, de acuerdo a la bibliografía se consideran ciertos criterios para poder sostener que un animal percibe el dolor (Andrews et al., 2013). Los criterios son los siguientes:

- Presencia de receptores sensibles a estímulos nocivos (nociceptores) localizados en posiciones específicas del organismo y conectadas por rutas neurales a la parte más elemental del sistema nervioso.
- Presencia de centros cerebrales de mayor nivel de desarrollo, particularmente estructuras análogas a la corteza cerebral humana.

⁵ Receptor sensorial que recibe el estímulo del ambiente y lo comunica hacia el sistema nervioso.



- Presencia de rutas neurales que conectan el sistema de nociceptores a los centros cerebrales de mayor nivel.
- Presencia de receptores de sustancia opiáceas en el sistema nervioso central, particularmente en el cerebro.
- Modificación de la conducta del animal a estímulos que serían dolorosos para humanos cuando se suministran analgésicos.
- Presencia de una respuesta similar a un humano frente al mismo estímulo (el animal respondería para tratar de evitar o minimizar el daño al cuerpo).
- Persistencia del comportamiento del animal frente a un estímulo, es decir, el animal es capaz de aprender y asociar eventos de estímulos dolorosos de no dolorosos.

Claramente estos criterios se definieron mediante analogía de las sensaciones humanas, con una visión netamente antropogénica y sin tener una real consideración de la evolución del sistema nervioso en metazoos y sus implicancias (Figura 1). Estos criterios son insuficientes puesto que considera únicamente a un pequeño espectro de la diversidad de metazoos que existen.

Evolución del sistema nervioso

Durante mucho tiempo se sostuvo una visión de progreso evolutivo de las especies en la cual el ser humano era el punto final de la evolución (postura evolutiva antropocentrista). Sin embargo, a partir de la década del 80 del SXX esta visión comenzó a ser cuestionada y se introdujo el concepto que la evolución no es direccionada tendiente a incrementar la complejidad del organismo (Ayala, 1988; Gould, 1988; Ruse, 1997). Esta última postura es la que más fuerza tiene actualmente en la comunidad científica. Por lo tanto, hay un gran consenso en que las especies están tan bien adaptadas a su nicho ecológico⁶ que han persistido durante millones de años sin cambio. A estas especies se las denomina fósiles vivientes (e.g. Nautilus). Actualmente, se acepta que la evolución no es proactiva, sino reactiva, ya que los organismos se van adaptando a las diferentes presiones ambientales que encuentran en su medio; es decir, si no existen nuevas presiones ambientales, las especies no evolucionarán. Así, las especies han evolucionado como consecuencia a las presiones ambientales con las que se

⁶ El nicho ecológico es un concepto amplio. Se refiere al papel funcional de un organismo en la comunidad y a su posición dentro de las variantes ambientales (temperatura, humedad, acidez, suelos).



encontraron y el sistema nervioso no escapa a esta situación. De hecho, la evolución pudo haber conducido a aumentar o reducir su complejidad (Riebli & Reichert, 2015).

El sistema nervioso desempeña diferentes funciones en los animales: movimiento, comportamiento, reproducción, pensamiento coordinado, respuestas a estímulos, etc. (Schmidt Raesa, Harzsch & Purschke, 2015). Una parte fundamental de dicho sistema es el sensorial, que permite a los animales percibir su ambiente. Los diferentes grupos de animales han desarrollado estructuras nerviosas aferentes que se han adaptado para indicar el estado de la gran mayoría de los tejidos y los cambios que perciben (Perl, 1988). Estos sistemas obtienen la información del ambiente y muchas veces generan respuestas reflejas, pero muchas otras veces requiere de integración para generar una respuesta concreta (Horridge, 2015). Para percibir al ambiente utilizan las células sensoriales, la célula nerviosa más primitiva, que es capaz de responder a estímulos y generar potenciales de acción⁷(Arendt, 2008). Para generar respuestas a estímulos sensoriales no necesariamente hay que tener un sistema nervioso, es más no todos los metazoos lo poseen. Un ejemplo de ello son las esponjas de mar que únicamente poseen células sensoriales (Elliot & Leys, 2007). Y, a pesar de tener el potencial de tener neuronas pues poseen los genes involucrados en el desarrollo neural, no las tienen. A partir de los cnidarios (anémonas y medusas) y en el resto de los metazoos sí existe un sistema nervioso propiamente dicho (Figura 1). Además de las células sensoriales que se encuentran en la periferia, los sistemas nerviosos están compuestos por células especializadas. La neurona es la célula nerviosa propiamente dicha y está presente en casi todos los metazoos (Arendt, 2008). Sin embargo, también existe en los sistemas nerviosos de los equinodermos y vertebrados las células gliales (Horridge, 2015; Kandel, Kupfermann & Iversen, 2001). Los sistemas nerviosos pueden estar organizados en neuropilos, ganglios o cerebros. Estos son condensaciones prominentes de neuronas que reciben información de los órganos sensoriales, integran la información y generan una respuesta motora (Riebli & Reichert, 2015). ¿Cómo evolucionaron estos sistemas nerviosos? Aún no está resuelta la cuestión. El debate se dirime entre dos hipótesis. La primera sostiene que un sistema nervioso ancestral dio origen a los sistemas nerviosos que actualmente conocemos; mientras que la segunda sostiene que dos sistemas nerviosos ancestrales (un modelo para el grupo animal de protostomados y otro modelo

⁷ Un potencial de acción, también llamado impulso eléctrico, es una onda de descarga eléctrica que viaja a lo largo de la membrana celular modificando su eléctrica. Y en las neuronas genera la comunicación entre neuronas al producir la sinapsis.

para deuterostomados) produjeron la diversidad de sistemas presentes. Por lo pronto, los estudios existentes apuntan al primer escenario, aunque las pruebas no son determinantes (Holland et al., 2013; Riebli & Reichert, 2015).

Existe una plétora de sistemas nerviosos que ha ido evolucionando en cada grupo de acuerdo a presiones ambientales (Figura 2). Sintéticamente podemos resumir esta gran variabilidad de la siguiente manera: en los cordados el sistema nervioso comprende un cerebro, subdividido en múltiples subestructuras comparables, que se asocian con los órganos sensoriales y se conectan a un cordón nervioso localizado en el lado dorsal que une el cerebro con las partes periféricas del cuerpo. Los anélidos poseen cerebros multiganglionares conectado por un cordón nervioso central multiganglionar (Schmidt Raesa et al., 2015). Los platelmintos poseen dos cerebros conectados entre sí asociados a los lóbulos oculares y dos cordones nerviosos a lo largo del cuerpo conectados entre sí por nervios transversales (Hartestein, 2015). Los cnidarios poseen una red nerviosa difusa sin ganglios ni cerebros (Leitz, 2015). Los artrópodos cerebros multiganglionares complejos conectados por un cordón nervioso con ganglios (Stollewerk, 2015). Los equinodermos poseen cordones nerviosos demarcados en cada brazo con ganglios unidos a un anillo nervioso circular (Mashanov, Zueva, Rubilar, Epherra, García-Arrarás, 2015). Los cefalópodos tienen uno de los cerebros más complejos de los invertebrados con ganglios y cordones nerviosos (Wollesen, 2015).

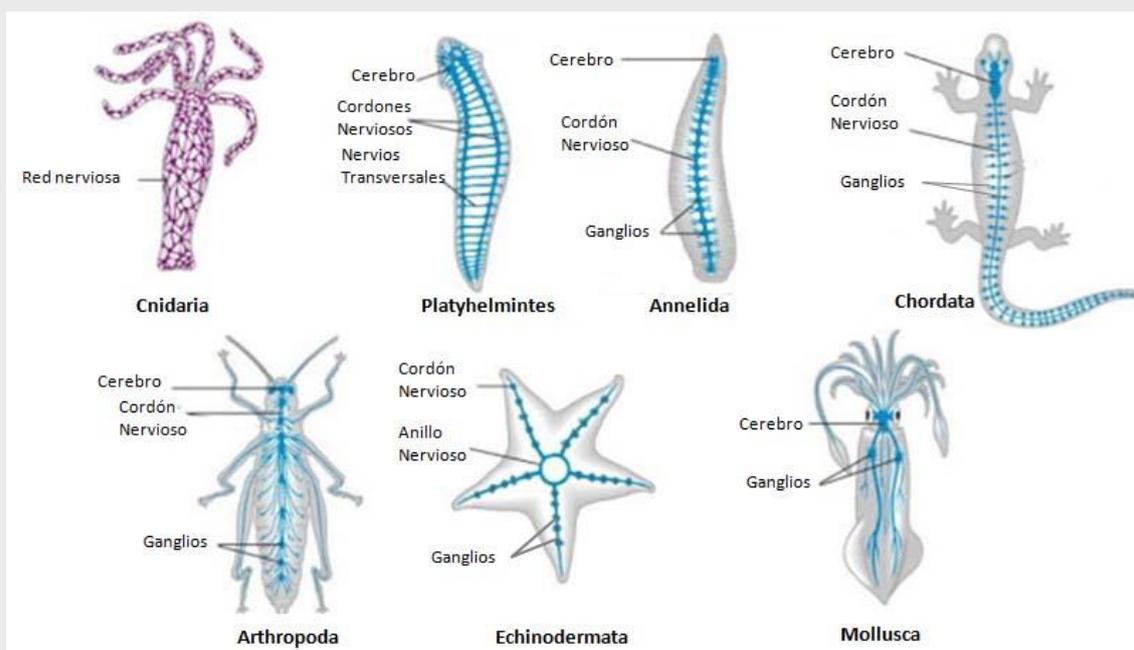




Figura 2. Configuraciones de sistemas nerviosos en distintos grupos de invertebrados metazoos (Modificado de Pearson Education Inc. 2005).

Por su lado, los sistemas sensoriales se han adaptado en los diferentes grupos para indicar el estado de la gran mayoría de los tejidos y los cambios que perciben (Perl, 1988). Los diferentes sistemas sensoriales desarrollados: olfato, visión, tacto, gusto, oído, aprendizaje y memoria, integración sensoriomotora son muy similares a lo largo de la filogenia. Pongamos como ejemplo la fotorrecepción, desde los platelmintos con receptores de luz pasando a las omatidias de los artrópodos hasta la complejidad del ojo de cefalópodos o humanos, todos tiene la misma morfología básica (Riebli & Reichert, 2015). Lo mismo sucede con otros sistemas sensoriales, por lo tanto, es posible suponer que la nocicepción también esté presente a lo largo de la filogenia, sobre todo si este tipo de percepción es fundamental para la supervivencia.

La selección natural es la que produce que los organismos evolucionen de diferentes maneras de acuerdo a sus condiciones (internas y externas) y desarrollen diferentes estrategias y/o estructuras frente a situaciones similares. Esto explica la gran variedad de formas de vida y de sistemas nerviosos que existen hoy en día. Esta gran variabilidad puede conducir a múltiples maneras de percibir el entorno. Entonces, ¿por qué debemos suponer que la percepción del dolor se desarrolla de una única forma, la que percibimos los humanos?

III. Casos de estudio:

Cefalópodos.

En los últimos 10 años la cantidad de trabajos experimentales que se han realizado con cefalópodos se incrementó de manera notable (Moltschaniwskyj et al., 2007). Sin embargo, la mayoría de las guías éticas que se usan en animales de experimentación están enfocadas en vertebrados. En consecuencia, los cefalópodos están excluidos de las mismas, sin embargo, esta situación se está revirtiendo en algunos países. Esto se debe fundamentalmente a que los cefalópodos tienen un sistema nervioso muy desarrollado (Budelmann, 1995; Nixon y Young 2003), que despliegan una serie de comportamientos complejos (Hanlon & Messenger 1996) y que la presencia de terminales nerviosas sobre la piel puede conducir a que los individuos perciban dolor (Mather & Anderson, 2007). Ello condujo a que numerosos trabajos se enfoquen sobre la conciencia y las



consideraciones éticas en este grupo de animales (Mather & Anderson, 2007; Moltschaniwskyj et al., 2007; Mather, 2008; Della Rocca et al., 2015).

Los cefalópodos pertenecen al grupo de los moluscos junto con gasterópodos (caracoles) y bivalvos (almejas) lo que significa que están mucho más relacionados con ellos que con los vertebrados (Figura 1). Dentro de los vertebrados, no es sorprendente la similitud en la capacidad cognitiva entre un ave y un mamífero, sobre todo si se lo analiza desde una perspectiva evolutiva. El ancestro común más reciente entre aves y mamíferos se considera que es un reptil, cuya organización neuroanatómica ya era similar a la de aves y mamíferos actuales. Por el contrario, el ancestro común entre un cefalópodo y un vertebrado debió ser un organismo microscópico con una organización rudimentaria del sistema nervioso, si es que poseía sistema nervioso (Hejnol & Martindale, 2008). En consecuencia, el sistema nervioso de los cefalópodos evolucionó de una manera completamente diferente a la de los vertebrados. El cerebro de los cefalópodos tiene forma de anillo rodeando al esófago y dos tercios de los nervios están distribuidos a lo largo de los brazos. Además, cada uno de los brazos está controlado por su propio ganglio nervioso y algunos autores sostienen que esos ganglios podrían actuar como cerebros independientes de cada brazo (Budelmann, 1995). Las diferencias neuroanatómicas que presentan los cefalópodos respecto a los vertebrados es un reflejo de una trayectoria evolutiva independiente de más de 600 millones de años (Budelmann, 1995). Por lo tanto, no sería esperable que existan similitudes cognitivas entre grupos de animales que tuvieron una trayectoria evolutiva tan diferente. Sin embargo, los cefalópodos manifiestan comportamientos complejos, similares y algunas veces superiores a muchas especies de vertebrados, a pesar de las diferencias neuroanatómicas (Vitti, 2013). Parte de estos comportamientos están asociados al aprendizaje e incluyen la resolución de problemas, patrones de comunicación complejos y memoria en diferentes grados (Darmaillacq, Dickel & Mather, 2014). La capacidad cognitiva de los cefalópodos es un fenómeno filosófico significativo y que vale la pena considerarlo como punto de reflexión ya que representa un ejemplo de cómo dos grupos tan distantes filogenéticamente pueden converger en una solución cognitiva similar para enfrentar al medio ambiente. En base a esto, es evidente que la evolución de las percepciones, de los comportamientos y de la inteligencia en el mundo animal es un fenómeno complejo que debe abordarse de una manera mucho más integral que solo mediante comparaciones neuroanatómicas (Vitti, 2013).



La experiencia de dolor no necesariamente está asociada a un sistema nervioso desarrollado, sino también a la presencia de un sistema sensorial que permita captar estímulos del medio ambiente. En el caso de los cefalópodos, el sistema sensorial está altamente desarrollado (Nixon & Young 2003). El sentido de la visión es agudo y está conformado por dos ojos tipo cámaras ópticas con cristalinos junto con dos ganglios nerviosos (lóbulos oculares) de gran tamaño. Los individuos además poseen quimiorreceptores y mecanorreceptores en diferentes regiones del cuerpo, pero mayormente concentrados en las ventosas de los tentáculos y también poseen estatocistos que son los responsables de la orientación espacial y del equilibrio (Wollesen, 2015). Por ello se considera que los cefalópodos son capaces de percibir dolor (Di Salvo, Giannettoni & Goldberg, 2015).

Equinodermos

A diferencia de los cefalópodos, los equinodermos no han sido foco de reflexión ética hasta hace muy poco (Rubilar & Crespi, 2017). Por lo tanto, no existe ningún tipo de reglamentación sobre la utilización de estos organismos como modelos de experimentación, a pesar de que se los estudia hace más de 300 años y que son utilizados como modelos experimentales para la embriología, fisiología, ecotoxicología, regeneración, etc.

Los equinodermos son un grupo de animales conformado por estrellas, erizos, pepinos, serpientes y lirios de mar, habitan en todos los océanos desde el intermareal hasta las profundidades abisales (Brusca, Moore & Schuster, 2016). Son animales deuterostomados, es decir que están más relacionados con los vertebrados que los cefalópodos que son protostomados (Figura 1). Esta similitud con los vertebrados ha servido para que los equinodermos fueran utilizados como modelos de experimentación de los vertebrados. Por ejemplo, gran parte de los estudios sobre embriología que se aplicaron a vertebrados se han realizado en huevos de erizo de mar. Más aún, los erizos fueron utilizados para la observación del proceso de fecundación por medio de la introducción del espermatozoide en el óvulo (Metchikoff, 1893).

El sistema nervioso de los equinodermos no evolucionó de una manera independiente a la de los vertebrados. Es más, son los únicos invertebrados que además de poseer neuronas tienen glía que son células especializadas con múltiples funciones presentes en el sistema nervioso de los vertebrados (Mashanov et al., 2015). Sin



embargo, el sistema nervioso es mucho menos organizado que en vertebrados. El sistema nervioso en los equinodermos consiste en cordones nerviosos con estructuras ganglionares en cada brazo y un anillo circumoral que conecta los cordones nerviosos e inerva regiones del tubo digestivo y apéndices (tentáculos, podias bucales y espinas bucales) (Figura 2). Es decir, el sistema nervioso de los equinodermos no posee un cerebro como los vertebrados o los cefalópodos, pero los ganglios cumplen funciones similares. El sistema nervioso es responsable de la iniciación y coordinación de respuestas (Mashanov et al., 2006). Los cordones nerviosos llevan señales a los músculos y órganos y reciben la información del ambiente a través de los órganos sensoriales, que luego se estima es procesada en los ganglios (Mashanov et al., 2015). Aunque la neurobiología de este grupo taxonómico sigue siendo poco estudiada en comparación con los cefalópodos o los vertebrados, se han identificado diversos subtipos neuronales y neuronas sensoriales especializadas (Hinman & Burke, 2018). No poseen gran desarrollo de órganos sensoriales, excepto de fotorrecepción, pero sí se sabe que responden a estímulos mecánicos, químicos, de temperatura, gravitacionales, etc. (Mashanov et al., 2015). Aún no se ha estudiado la nocicepción en este grupo, lo que no significa que no exista. Sin embargo, sí se sabe que son capaces de generar memoria frente a un estímulo nocivo o perjudicial y también son capaces de reconocer y recordar el lugar en donde habitan y esquivar lugares con condiciones desfavorables sugiriendo así la existencia de una capacidad de aprendizaje (Yoshimura & Motokawa, 2008; 2010; Martín-García & Escalona, 2008; Pan et al., 2015).

Tomando en consideración ambos casos de estudios podemos plantear que toda la información del medio ambiente captada por el sistema sensorial es interpretada y procesada por el cerebro en los cefalópodos y por los ganglios en los equinodermos, para luego desarrollar una respuesta de acuerdo a las condiciones percibidas. Considerando las diferencias de los sistemas nervioso y sensorial es posible que los cefalópodos y equinodermos perciban el medio externo, incluyendo el dolor, y se comporten de una manera diferente a los vertebrados. Esto puede conducir a dos situaciones posibles: La primera es que el individuo esté experimentando dolor ante un estímulo y su comportamiento no sea similar al esperado para un vertebrado y de esta manera concluir que no percibe dolor. La segunda es que un individuo perciba dolor ante un estímulo que normalmente no causaría dolor en un vertebrado y por ello concluir que no se experimenta dolor en ese caso. Estas dos situaciones no están



consideradas en los criterios para demostrar la presencia de dolor en un individuo establecidos por Andrews et al. (2013). Esto pone de manifiesto que utilizar criterios para determinar si un animal percibe el dolor o el sufrimiento basados en condiciones humanas es insuficiente para el caso de los cefalópodos y equinodermos.

IV. Reflexión final

Podemos ver entonces que la aproximación utilizada para determinar qué animales sienten dolor es mediante analogía (e.g. fisiológica, comportamental) con situaciones experimentadas por humanos. Sin embargo, el uso del argumento por analogía se ha cuestionado por ser utilizado arbitrariamente sólo entre algunas especies (principalmente entre especies de vertebrados) y para algunas situaciones en particular (algunas condiciones consideradas dolorosas para humanos) y se lo considera inadecuado para evaluar la percepción de dolor por los invertebrados (Sherwin, 2001).

Dada la complejidad que plantea el fenómeno del dolor, concluir sobre la ausencia de éste en invertebrados es prematuro (Jones, 2013). Es más, no podemos probar fehacientemente que un grupo de animales no tenga dolor ni tampoco que lo tiene de forma definitiva (Key, 2015). Sin embargo, no hay razones científicas ni filosóficas para negar categóricamente que los animales sienten dolor (Singer, 2011), puesto que la "ausencia de evidencia no es evidencia de ausencia", y hasta que no exista suficiente evidencia de ausencia, los invertebrados deben recibir la misma consideración que cualquier otra especie animal (Hovart et al., 2013). Es más, deberíamos reconocer que la ausencia de evidencia de dolor o cognición es más un indicativo de nuestras limitaciones técnicas, experimental y nuestra falta de conocimiento que una incapacidad de los animales (Sherwing, 2001). De esta forma, deberíamos ampliar nuestra esfera de inquietud moral e incluir a todos los animales, inclusive los invertebrados que suelen generar un sentimiento de aversión en el público en general (Hovart et al., 2013) y dejar de pretender que no podemos causar algún tipo de sufrimiento a los animales. Al menos utilizar el principio de precaución con respecto al tratamiento de los invertebrados (Jones, 2013). Pero por sobre todo considerar que los principios que estamos utilizando para tomar decisiones pueden estar del todo errados y así comenzar a modificar nuestras acciones como científicos para generar conciencia que luego pueda transformarse en prácticas y finalmente en una regulación que se base en el respeto.



En términos generales el principal valor que rige la ciencia es la generación de conocimiento verificado empíricamente por sobre todas las cosas. Si se analiza en detalle esta visión podría plantearse que es muy maquiavélica, buscar el conocimiento por conocimiento mismo sin preguntarnos si el fin justifica los medios. Obtener el conocimiento que genera la ciencia es importante para la sociedad, pero también es importante considerar cómo se obtiene este conocimiento. Por precaución y frente a falta de evidencia hay que considerar que los animales pueden sufrir y sentir dolor. Plantear los experimentos teniendo en cuenta como un aspecto fundamental el objeto de estudio, el ser vivo como tal, y considerar si el estudio que se está realizando realmente justifica las acciones que se llevarán a cabo. Con esto en mente, es nuestra intención dar pie a que se genere un debate serio, profundo y enriquecedor en la comunidad científica sobre aspectos éticos en experimentación. En este sentido, queremos poner en valor la posibilidad de cuestionar si los resultados obtenidos en un estudio justifican el sufrimiento al que se someten los organismos como una reflexión responsable de nuestro actuar como científicos y no como una posición fundamentalista. En este sentido, en algunos sectores de la comunidad científica se está adoptando el concepto de investigación e innovación responsable (RRI por sus siglas en inglés) para disminuir la brecha de valoración moral que pueda existir entre la comunidad científica y la sociedad en la generación de conocimiento.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en el contexto del PIP CONICET 0352/14. Agradecemos a Rodrigo Gonçalves, Gaspar Soria y Jimena Fernández por sus valiosas críticas en la construcción del manuscrito. También agradecemos los aportes de los revisores anónimos para mejorar notablemente el manuscrito.

Bibliografía

Andrews, P. L., Darmaillacq, A. S., Dennison, N., Gleadall, I. G., Hawkins, P., Messenger, J. B., Osorio, D., Smith, J. & Smith, J. A. (2013). *The identification and management of pain, suffering and distress in cephalopods, including anaesthesia, analgesia and humane killing*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 447, 46-64.



- Arendt, D. (2008). *The evolution of cell types in animals: emerging principles from molecular studies*. *Nature Reviews Genetics*, 9(11), 868.
- Ayala, F. J. (1988). "Can progress be defined as a biological concept". En M. H. Nitecki, (Ed.), *Evolutionary progress* (p. 75-96). Chicago: University of Chicago Press.
- Bateson, P. (1991). "Assessment of pain in animals. *Animal Behaviour*", 42(5), 827-839.
- Besson, J. M., Guilbaud, G., & Ollat, H. (1994). *Nociceptors in animals*. *Peripheral Neurons in Nociception: Physio-pharmacological Aspects*, 1.
- Budelmann, B. U. (1995). "The cephalopod nervous system: what evolution has made of the molluscan design". En O. Brendbach & W. Kutsch (Eds.), *The nervous systems of invertebrates: An evolutionary and comparative approach* (pp. 115-138). Birkhäuser Basel.
- Brusca, R. C., Moore, W., & Schuster, M. (2016). *Invertebrates*. Massachusetts: Sinauer Associated. Inc Publishers.
- Chandroo, K. P., Duncan, I. J., & Moccia, R. D. (2004). *Can fish suffer? perspectives on sentience, pain, fear and stress*. *Applied Animal Behaviour Science*, 86(3), 225-250.
- Cheney, J., & Weston, A. (1999). *Environmental ethics as environmental etiquette: Toward an ethics-based epistemology*. *Environmental Ethics*, 21(2), 115-134.
- Darmaillacq, A. S., Dickel, L., & Mather, J. (Eds.). (2014). *Cephalopod cognition*. Cambridge: University Press.
- Della Rocca, G., Di Salvo, A., Giannettoni, G., & Goldberg, M. E. (2015). *Pain and suffering in invertebrates: an insight on cephalopods*. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 10(2), 77.
- Edelman, D. B., & Seth, A. K. (2009). *Animal consciousness: a synthetic approach*. *Trends in neurosciences*, 32(9), 476-484.
- Elliott, G. R., & Leys, S. P. (2007). *Coordinated contractions effectively expel water from the aquiferous system of a freshwater sponge*. *Journal of Experimental Biology*, 210(21), 3736-3748.
- Elwood, R. W. (2011). *Pain and suffering in invertebrates?* *Ilar Journal*, 52(2), 175-184.
- Flichman, E. H., & Abeledo, H. (1998). *Las Raíces y Los Frutos Temas de Filosofía de la Ciencia*. Buenos Aires: CCC Educando.

- Gould, S. J. (1988). *Trends as changes in variance: a new slant on progress and directionality in evolution*. *Journal of Paleontology*, 62(3), 319-329.
- Griffin, D. R., & Speck, G. B. (2004). *New evidence of animal consciousness*. *Animal cognition*, 7(1), 5-18.
- Guariglia, O., & Vidiella, G. (2013). *Breviario de ética*. Buenos Aires: EDHASA Argentina.
- Hanlon, R. T., & Messenger, J. B. (2018). *Cephalopod behaviour*. Cambridge: University Press.
- Hartstein, V. (2015). "Plathelminthes" (Excluding Neodermata). En A. Schmidt-Rhaesa, S. Harzsch & G. Purschke (Eds). *Structure and Evolution of Invertebrate Nervous System*, (p. 74-93). Oxford University Press. Oxford
- Hejnal, A., & Martindale, M. Q. (2008). *Acoel development supports a simple planula-like urbilaterian*. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 363(1496), 1493-1501.
- Hinman, V. F., & Burke, R. D. (2018). *Embryonic neurogenesis in echinoderms*. *WIREs Developmental Biology*, 316, 1-15.
- Holland, L. Z., Carvalho, J. E., Escriva, H., Laudet, V., Schubert, M., Shimeld, S. M., & Yu, J. K. (2013). *Evolution of bilaterian central nervous systems: a single origin?* *EvoDevo*, 4(1), 27.
- Horridge, G. A. (2015). "Perspective—How to Write an Invertebrate Anatomy Book". En A. Schmidt-Rhaesa, S. Harzsch & G. Purschke (Eds). *Structure and Evolution of Invertebrate Nervous System*, (p. 4-9). Oxford University Press. Oxford
- Horvath, K., Angeletti, D., Nascetti, G., & Carere, C. (2013). *Invertebrate welfare: an overlooked issue*. *Annali dell'Istituto superiore di sanità*, 49, 9-17.
- Jones, R. C. (2013). *Science, sentience, and animal welfare*. *Biology & Philosophy*, 28(1), 1-30.
- Kandel, E. R., Kupfermann, I., & Iversen, S. (2001). *Aprendizaje y memoria*. En Kandel, J. Schwartz & T. Jessell. (Eds.). *Principios de Neurociencia* (p. 1227-1246). Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- Key, B. (2015). *Fish do not feel pain and its implications for understanding phenomenal consciousness*. *Biology & philosophy*, 30(2), 149-165.



- Leitz, T. (2015). Cnidaria. En A. Schmidt-Rhaesa, S. Harzsch & G. Purschke (Eds). *Structure and Evolution of Invertebrate Nervous System*, (p. 26-48). Oxford University Press.
- Lewbart, G. A., & Mosley, C. (2012). *Clinical anesthesia and analgesia in invertebrates*. *Journal of exotic pet medicine*, 21(1), 59-70.
- Martín García, J. A., & Luque-Escalona, A. (2008). *Capacidad de retorno de Diadema antillarum* (Echinodermata: Echinoidea). *Anales Universitarios de Etología*, 2:125-131
- Mashanov, V. S., Zueva, O. R., Heinzeller, T., & Dolmatov, I. Y. (2006). *Ultrastructure of the circumoral nerve ring and the radial nerve cords in holothurians* (Echinodermata). *Zoomorphology*, 125(1), 27-38.
- Mashanov, V., Zueva, O., Rubilar, T., Epherra, L., García-Arrarás, J.E. (2015). "Echinodermata". En A. Schmidt-Rhaesa, S. Harzsch & G. Purschke (Eds). *Structure and Evolution of Invertebrate Nervous System*, (p. 665-689). Oxford University Press. Oxford
- Mather, J. A. (2008). *Cephalopod consciousness: behavioural evidence*. *Consciousness and Cognition*, 17(1), 37-48.
- Mather, J. A. (2016). *An invertebrate perspective on pain*. *Animal Sentience: An Interdisciplinary Journal on Animal Feeling*, 1(3), 12.
- Mather, J. A., & Anderson, R. C. (2007). *Ethics and invertebrates: a cephalopod perspective*. *Diseases of aquatic organisms*, 75(2), 119-129.
- Metchnikoff, E. (1893). *Lectures on the comparative pathology of inflammation: delivered at the Pasteur Institute in 1891*. Рипол Классик.
- Moledo, L., & Olszewicki, N. (2014). *Historia de las ideas científicas: de Tales de Mileto a la Máquina de Dios*. Buenos Aires: Planeta.
- Moltschaniwskyj, N. A., Hall, K., Lipinski, M. R., Marian, J. E., Nishiguchi, M., Sakai, M. & Van Gelderen, R. (2007). *Ethical and welfare considerations when using cephalopods as experimental animals*. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 17(2-3), 455-476.
- Nixon, M., & Young, J. Z. (2003). *The brains and lives of cephalopods*. Oxford University Press. Oxford



- Pan, Y., Zhang, L., Lin, C., Sun, J., Kan, R., & Yang, H. (2015). Influence of flow velocity on motor behavior of sea cucumber *Apostichopus japonicus*. *Physiology & behavior*, 144, 52-59.
- Paps, J., Baguna, J., & Riutort, M. (2009). *Bilaterian phylogeny: a broad sampling of 13 nuclear genes provides a new Lophotrochozoa phylogeny and supports a paraphyletic basal Acoelomorpha*. *Molecular Biology and Evolution*, 26(10), 2397-2406.
- Perl, E. (1988). "Noci-Reception, nociceptors and pain". En J.M. Wolfe (Ed). *Sensory Systems II: Senses Other Than Vision*, (p. 56-58). Birkhäuser Boston, Inc. Boston
- Riebli, N., & Reichert, H. (2015). "Perspective – The first brain". En A. Schmidt-Rhaesa, S. Harzsch & G. Purschke (Eds). *Structure and Evolution of Invertebrate Nervous System*, (p. 67-74). Oxford University Press. Oxford
- Rubilar, T., & Crespi-Abril, A. (2017). *Does Echinoderm research deserve an ethical consideration?* *Revista de Biología Tropical*, 65(1-1), 11-22.
- Ruse, M. (2009). *Monad to man: the concept of progress in evolutionary biology*. Harvard University Press.
- Schmidt-Rhaesa, A., Harzsch, S., & Purschke, G. (2015). "Introduction". En A. Schmidt-Rhaesa, S. Harzsch & G. Purschke (Eds). *Structure and Evolution of Invertebrate Nervous System*, (p. 1-4). Oxford University Press. Oxford
- Sherwin, C. M. (2001). *Can invertebrates suffer? Or, how robust is argument-by-analogy?* *Animal Welfare*, 10(1), 103-118.
- Singer, P. (2011). *Liberación animal: el clásico definitivo del movimiento animalista*. Buenos Aires: Santillana.
- Stollewerk, A. (2015). "Perspective - Evolution in neurogenesis in arthropods. Open questions and future directions". En A. Schmidt-Rhaesa, S. Harzsch & G. Purschke (Eds). *Structure and Evolution of Invertebrate Nervous System*, (p. 492-499). Oxford University Press. Oxford
- Vitti, J. J. (2013). *Cephalopod cognition in an evolutionary context: implications for ethology*. *Biosemiotics*, 6(3), 393-401.
- Weston, A. (2009). *The incomplete eco-philosopher: Essays from the edges of environmental ethics*. Nueva York: SUNY Press.



Wollesen, T. (2015). "Mollusca: Cephalopoda" En A. Schmidt-Rhaesa, S. Harzsch & G. Purschke (Eds). *Structure and Evolution of Invertebrate Nervous System*, (p. 222-241). Oxford University Press. Oxford

Yoshimura, K., & Motokawa, T. (2008). *Bilateral symmetry and locomotion: do elliptical regular sea urchins proceed along their longer body axis?* Marine Biology, 154(5), 911-918.

Yoshimura, K., & Motokawa, T. (2010). Bilaterality in the regular sea urchin *Anthocidaris crassispina* is related to efficient defense not to efficient locomotion. Marine biology, 157(11), 2475-2488.

AUGUSTO CRESPI

Comenzó con investigaciones relacionadas a estudios poblacionales de recursos pesqueros, particularmente en cefalópodos. Luego se especializó en aspectos de oceanografía biológica. Actualmente su investigación está centrada en estudiar los procesos atmosféricos que influyen sobre la productividad primaria en los océanos. Es investigador de CONICET y Profesor Adjunto de Epistemología en la UNPSJB.

TAMARA RUBILAR

Comenzó con investigaciones en estudios reproductivos de equinodermos para luego pasar a especializarse en fisiología experimental de invertebrados marinos. Actualmente su investigación se enfoca en fisiología aplicada a la acuicultura. Es investigadora adjunta de CONICET y Profesora Adjunta de Ecofisiología animal comparada en la UNPSJB.