

Bienestar animal en peces: La controversia alrededor de los peces como seres sentientes. Aportaciones de la biología

Lluís Tort

Catedrático de Fisiología. Universitat Autònoma de Barcelona.

Dpt. Biología Celular, Fisiología e Inmunología. Bellaterra. España

ORCID: 0000-0002-3907-722X



Recepción: Octubre 2019
Aceptación: Noviembre 2019

Cita recomendada. TORT, L., Bienestar animal en peces: La controversia alrededor de los peces como seres sentientes. Aportaciones de la biología, dA. Derecho Animal (Forum of Animal Law Studies) 10/4 (2019) - DOI <https://doi.org/10.5565/rev/da.456>

Resumen

Se presenta la panorámica actual respecto a las investigaciones biológicas que están desarrollando en los peces para determinar hasta qué punto estos animales son seres sentientes con capacidades de percepción de estrés y dolor. Después de reconocer la amplia diversidad biológica y describir el equipamiento neural y las capacidades cognitivas, se describe el estado actual de la controversia científica alrededor de la capacidad sentiente de los peces.

Palabras clave: Bienestar en peces, estrés, salud, variabilidad biológica, dolor en peces, gestión sanitaria, indicadores de bienestar.

Abstract - Fish welfare. The controversy around fish as sentient beings. Contributions of biology.

The current overview is presented regarding the biological investigations being carried out in fish to determine whether these animals are sentient beings with capacity to perceive stress and pain. After realising the wide biological diversity and describing the neural equipment and cognitive abilities, the current state of the scientific controversy surrounding the sentient capacity of the fish is described.

Keywords: Fish welfare, stress, health, biological variability, fish pain, health management, welfare indicators.

Bienestar en peces.

El concepto de bienestar en peces es todavía un concepto socialmente no consolidado o por lo menos no consensuado atendiendo a como los diferentes sectores de la sociedad en general lo perciben e incluso, cómo lo perciben los diferentes actores que intervienen en los procesos relacionados con la producción, la pesca, la exhibición, la acuariología o la investigación en peces. Mientras que en animales terrestres el bienestar es más conocido y asumido, no ocurre así todavía en vertebrados inferiores como los peces o invertebrados.

El concepto de bienestar podría ser identificado como la otra cara de la moneda del concepto de estrés, indicando que la ausencia de estrés (incluyendo malestar, agresión o enfermedad), se corresponde globalmente con una situación de bienestar, aunque a esta circunstancia habría que añadir la posibilidad de expresar el comportamiento natural y la expresión de emociones. Desde el punto de vista científico, sí existe un amplio conocimiento del estrés en los peces y ya desde los años 1960-70, menos de una década después de la definición general de estrés por Hans Selye¹, se empezaron a publicar estudios específicamente sobre estrés en peces. Los trabajos realizados en Europa, sobre las consecuencias del estrés derivado de las manipulaciones y domesticación o derivado de tratamientos ecotoxicológicos en América y Asia han originado una abundante bibliografía y conocimiento sobre el tema². En cambio, los trabajos específicos sobre bienestar son a la vez más escasos y más recientes, de manera que en buena parte de la bibliografía sobre peces, los indicadores o evidencias sobre bienestar en peces han consistido históricamente en un continuum algo difuso entre bienestar y salud. Más recientemente, el bienestar en peces se ha centrado en dos focos principales: En primer lugar si los peces sienten o no dolor, aspecto que ha generado y continúa generando opinión y controversia y también una serie de estudios fisiológicos, comportamentales y neurológicos sobre este tema³. En segundo lugar, cómo se define el bienestar en peces, fuera de la ausencia de estrés y enfermedad, y en esta línea, cómo se mide, qué indicadores son los adecuados para monitorizar el bienestar en peces. Este último punto es especialmente relevante para los sectores de la acuicultura y la pesca y para las autoridades reguladoras y entidades certificadoras de bienestar en los criaderos e instalaciones.

Partiendo de la base que éticamente es necesario buscar el bienestar en todos los grupos animales, cabe resaltar que la focalización en el grupo de los peces no es extemporánea ya que se calcula que el número de individuos-peces que podrían contabilizarse sumando todas las actividades relacionadas con el uso de este grupo animal, incluyendo la pesca, estaría alrededor de las 170 millones de toneladas y de los 342 mil millones de individuos a partir de datos del año 2016⁴.

En el caso de los peces, la interacción con los humanos tiene sus peculiaridades. En una parte de la población no existe consciencia de que los peces puedan ser seres sentientes o que incluso puedan experimentar algunas reacciones comportamentales parecidas a otros animales terrestres o de compañía. En este punto cabe citar por ejemplo, el lugar común que suele banalizarse en los medios y en la población sobre la falta de memoria de los peces, cuando es una realidad la capacidad memorística indudable de estos animales. En contraposición, la percepción que tienen los aficionados a la acuariología o la aportación de las películas animadas que tienen los peces como protagonistas, ayudan a situar a los peces como seres capaces de experimentar reacciones similares a los humanos. A este respecto existen publicaciones recientes de divulgación que explican habilidades y capacidades de todo tipo de los peces⁵.

Diversidad y variabilidad biológica

Un aspecto importante, pero también poco conocido en los peces, es su variabilidad zoológica, genética, ecológica y comportamental. Los peces representan casi la mitad de las especies de vertebrados que existen en el planeta⁶. Al mismo tiempo, son especies más antiguas evolutivamente y algunas de ellas

¹ SELYE, H. *The physiology and pathology of exposure to stress* (Oxford 1950)

² Para una revisión reciente ver SCHRECK, C.B., TORT, L. *The concept of stress in fish*. In: *Biology of stress in fish*. Fish Physiology Series vol. 35. Ed by Schreck, C.B., Tort, L., Farrell, A.T. and Brauner, C. J. Academic Press-Elsevier (2016). ISBN: 978-0-12-802728-8, pp 2-34

³ ROSE, J. D., ARLINGHAUS, R., COOKE, S. J., DIGGLES, B. K., SAWYNOK, W., STEVENS, E. D., WYNNE, C. D. Can fish really feel pain?. *Fish & Fisheries*, 15 (2014) 97-133. <https://doi.org/10.1111/faf.12010>; SNEDDON, L.U., WOLFENDEN, D.C.C., LEACH, M.C., VALENTIM, A.M., STEENBERGEN, P.J., BARDINE, N., BROOM, D.M. AND BROWN, C. (2018) Ample evidence for fish sentience and pain. *Animal Sentience* 21 (17) (2018). ISSN: 2377-7478

⁴ FAO. 2018. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals*. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

⁵ BALCOMBE, J. *El ingenio de los peces* (Barcelona 2018) 344 pp.

⁶ NELSON, J.S. *Fishes of the World*, 3rd edn. (New York 1994) ISBN-10: 0471250317; VOLFF, J.N. Genome evolution and biodiversity in teleost fish. *Heredity*. 94/3 (2005) 280-94. DOI:10.1038/sj.hdy.6800635

como los elasmobranchios (tiburones y rayas) o los esturiones, mucho más antiguas respecto a la aparición de los homínidos. Esto implica que a lo largo de la evolución este grupo animal ha sido capaz de colonizar progresivamente multitud de nichos y ambientes naturales, por no decir casi todos ellos. Así, podemos encontrar peces en fondos marinos de miles de metros bajo la superficie, peces que viven en la superficie, peces que viven en aguas enfangadas y hasta peces pulmonados que pueden vivir fuera del agua. Igualmente peces que viven bajo los hielos de los polos o peces de zonas tropicales, peces que viven en aguas prístinas y otros que pueden resistir aguas con gran aporte de contaminación orgánica. Con respecto a las capacidades sensoriales, la variabilidad es también amplísima y podemos encontrar especies con capacidad de detectar olores, sabores, ruidos, imágenes, ondas electromagnéticas o partículas disueltas, es decir mucho más sofisticados que la especie humana. Ocurre lo mismo si focalizamos en otros parámetros ambientales, alimentarios o de comportamiento. Por ello, es necesario asumir que será difícil definir o caracterizar un estado de estrés o un estado de bienestar en base a parámetros específicos generalizables respecto a criterios ambientales, físico-químicos o de comportamiento individual o social, dada la capacidad de adaptación evolutiva de este grupo. En consecuencia, el criterio y los indicadores de bienestar deberían definirse para una especie de pez y un tipo de sistema de producción, de manera parecida a la que se ha venido haciendo en mamíferos o aves, en los que existen esos indicadores para cada especie.

A la variedad biológica interespecífica mencionada anteriormente hay que añadir la variedad intraespecífica, aspecto en el que en los últimos años los investigadores han puesto más atención. En primer lugar, los ecofisiólogos han podido determinar diferencias relevantes en comportamiento o en aspectos fisiológicos en poblaciones de la misma especie adaptadas a condiciones ambientales diferentes⁷. Y también, en la medida en que una especie ha sido domesticada y ha sido utilizada para usos de interés humano como la alimentación, la investigación o como animal de compañía/exhibición, se ha podido demostrar la variedad entre poblaciones o subpoblaciones existentes con características diferenciales. Finalmente, en los peces también se ha podido determinar un tercer nivel de variabilidad, la individualidad (que en algunas publicaciones se expresa como “personalidad” de los peces). En los últimos 15 años se ha podido demostrar que existen unas claras diferencias de sesgo cognitivo o comportamiento, en especial respecto a como los animales afrontan situaciones estresantes o peligrosas, lo que se define como *coping strategy* o estrategia de afrontamiento. Al igual que en humanos, otros mamíferos y también aves, los peces son globalmente proactivos vs. reactivos, es decir “atrevidos” vs. “tímidos”, de manera que un patrón u otro implica diferencias significativas no solamente de comportamiento sino de actividad, metabolismo o respuesta inmunitaria⁸. Todos estos niveles de variabilidad son aplicables, pues, a los peces y por lo tanto la caracterización del bienestar (o por oposición, del estrés) es compleja y puede resultar poco generalizable⁹.

Funciones cognitivas y equipamiento cerebro-neural en los peces

La investigación sobre los diferentes aspectos de la biología, la fisiología y el comportamiento de los peces ha experimentado un nivel creciente de conocimiento que permite determinar con seguridad que muchas de las capacidades básicas asociadas a los vertebrados superiores y a los humanos existen también en este grupo animal, y otras más sofisticadas como la percepción del dolor, la utilización de instrumentos o utensilios o la capacidad de decisión están en discusión dentro del propio grupo de investigadores y no hay un consenso generalizado.

Dentro de las capacidades que sí se ha demostrado ampliamente que demuestran un potencial comparable, está la memoria y el aprendizaje a corto y largo plazo¹⁰. Tal como se decía más arriba, la leyenda urbana de los tres segundos de memoria de los peces es completamente falsa y todos los experimentos que se han realizado en ellos demuestran una memoria notable: Los propietarios de acuarios habrán podido observar que los peces recuerdan el sitio de la pecera por donde se les administra la comida o incluso la hora, si esa administración es regular. Lo mismo ocurre en piscicultura en donde se puede demostrar incluso que los peces reconocen el perfil de la persona o los contenedores de comida cuando se

⁷ CAREY, M.P., ZIMMERMAN, C.E. Physiological and ecological effects of increasing temperature on fish production in lakes of Arctic Alaska. *Ecol. Evol.* 4/10 (2014) 1981–1993. doi: 10.1002/ece3.1080; BALASCH, J.C., TORT, L. Netting the stress responses in fish. *Frontiers in Endocrinology*. 10 (2019) 62. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00062>.

⁸ KOOLHAAS, J.M., KORTE, S.M., DE BOER, S.F., VAN DER VEGT, B.J., VAN REENEN, C.G., HOPSTER, H., DE JONG, I.C., RUIS, M.A.W., BLOKHUIS, H.J. Coping styles in animals: current status in behavior and stress-physiology. *Neurosci. & Behav. Rev.*, 23 (1999) 925-935. [https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(99\)00026-3](https://doi.org/10.1016/S0149-7634(99)00026-3)

⁹ ROSE, J. D., ARLINGHAUS, R., COOKE, S. J., DIGGLES, B. K., SAWYNOK, W., STEVENS, E. D., WYNNE, C. D. Can fish really feel pain?. *Fish & Fisheries*, 15 (2014) 97-133. <https://doi.org/10.1111/faf.12010>; SNEDDON, L. Pain in aquatic animals. *J. Exp. Biol.* 218 (2015) 967-976. doi: 10.1242/jeb.088823

¹⁰ SALAS, C., BROGLIO, C., DURÁN, E., GÓMEZ, A., OCAÑA, F.M., JIMÉNEZ-MOYA, F., RODRÍGUEZ, F. Neuropsychology of Learning and Memory in Teleost Fish. *Zebrafish* 3 (2006) 157-171. doi.org/10.1089/zeb.2006.3.157

les da regularmente de manera manual. Los experimentos de comportamiento también indican que los peces tienen memoria declarativa, la memoria asociada a una experiencia positiva o negativa, que influenciará un comportamiento futuro¹¹. Experimentos en carpas indican que son capaces de evitar durante largo tiempo (meses) un anzuelo reconocible después de haber sido pescados aunque sea una sola vez. Peces tropicales pueden reconocer a sus con-específicos durante 7 días seguidos y algunas especies (guramis) pueden recordar un pez de otra especie durante 3 meses después de una pelea¹².

Respecto a la capacidad de aprendizaje, varias especies demuestran capacidades relevantes: la trucha (*Oncorhynchus mykiss*) y la carpa dorada (*Carassius auratus*) pueden ser entrenados para identificar áreas de un tanque mediante la estimulación de descargas eléctricas, como las cajas de skinner en psicología de mamíferos. Ambas especies aprenden a evitar las áreas del tanque asociadas con el choque eléctrico. En algunos casos se ha demostrado una capacidad superior, como puede ser la de elección de qué nivel de estímulos negativos es aceptable en función de las recompensas en forma de alimentos; en el caso del pez luchador siamés la observación de una pelea entre otros dos luchadores permite al observador evitar el choque con el ganador al ser menos probable que participe en la batalla con lo que puede cambiar su comportamiento de lucha dependiendo del resultado de la pelea anterior¹³.

La controversia científica de la percepción del dolor en los peces

El elemento central de controversia respecto al bienestar en peces es la respuesta a la pregunta de si los peces son seres sentientes y en particular si pueden sentir el dolor. A este respecto, en los últimos 15 años han proliferado los estudios fisiológicos con la idea de esclarecer ese extremo. En concreto, se han estudiado los siguientes aspectos que se comentarán a continuación: 1) Si existen receptores del dolor, similares a los que se conocen en vertebrados superiores. 2) Si existen vías nerviosas que transmitan esos estímulos nerviosos hacia los centros neurales. 3) Si existen centros neurales que procesarían sensaciones de dolor. 4) Si los peces generan respuestas al dolor, similares a los vertebrados superiores. Como resultado de estas investigaciones se mantienen en la actualidad dos corrientes científicas de opinión que defienden postulados diferentes: Los que concluyen que los peces sí son seres sentientes del dolor aunque las evidencias no sean irrefutables y los que aceptan ciertas reacciones a estímulos dolorosos pero concluyen que no hay evidencia de que sientan dolor de un modo equiparable a mamíferos o humanos¹⁴.

Respecto a los receptores y vías del dolor los estudios concluyen que efectivamente existen este tipo de receptores en peces y que son del mismo tipo que en mamíferos y humanos. Son células sensoras situadas en la superficie rostral y en la parte lateral de los peces capaces de estimularse con estímulos térmicos, exposición a ácidos, etc generando los consecuentes potenciales de acción que se transmiten a través del nervio trigémino hacia el cerebro. En este aspecto los científicos están de acuerdo en que este equipamiento anatómico y fisiológico presente en los peces es capaz de vehicular estímulos nocivos. En concreto, existen las neuronas tipo fibras C no mielinizadas, capaces de vehicular estímulos de larga duración asociado con dolor sordo, punzante y nocivo a largo plazo. También existen neuronas mielinizadas tipo fibras delta capaces de vehicular estímulos inmediatos. Ambos tipos de fibra se han identificado en el nervio trigémino de la trucha¹⁵. En la misma línea, algunos de los neuropéptidos o neurotransmisores que actúan entre vías nerviosas del dolor en mamíferos como el Neuropéptido Y, FMRFamida o la Serotonina son activos también en cerebro de trucha¹⁶.

Es respecto a los centros neurales en donde existen más discrepancias de cómo y dónde se procesan estímulos provenientes de los nociceptores. La anatomía del cerebro de los peces es significativamente diferente de la de los mamíferos y más aún de los humanos, lo que comporta dificultades evidentes para identificar los centros responsables de funciones específicas que se conocen en humanos o mamíferos en unas estructuras sustancialmente diferentes. En particular, los peces tienen un cerebro mucho más pequeño

¹¹ SEGNER, H. Fish Nociception and pain. A biological perspective In: Eidgenössische Ethikkommission für die Biotechnologie im Ausserhumanbereich und A. Willemsen (ed) (2012) Beiträge zur Ethik und Biotechnologie Bd. 9. Bern.

¹² BRAITHWAITE, V., BOULCOTT, P. Pain perception, fear and aversion in fish. *Diseases of Aquatic Organisms* 75 (2007) 131–138. doi:10.3354/dao075131.

¹³ GROSENICK, L., CLEMENT, TRICIA S., FERNALD, R.D. Fish can infer social rank by observation alone. *Nature*, 445 (2007) 429–432.

¹⁴ ROSE, J. D., ARLINGHAUS, R., COOKE, S. J., DIGGLES, B. K., SAWYNOK, W., STEVENS, E. D., WYNNE, C. D. Can fish really feel pain?. *Fish & Fisheries*, 15 (2014) 97–133. <https://doi.org/10.1111/faf.12010>; SNEDDON, L.U., WOLFENDEN, D.C.C., LEACH, M.C., VALENTIM, A.M., STEENBERGEN, P.J., BARDINE, N., BROOM, D.M. AND BROWN, C. Ample evidence for fish sentience and pain. *Animal Sentience* 21 (17) (2018). ISSN: 2377-7478

¹⁵ SNEDDON, L.U. Anatomical and electrophysiological analysis of the trigeminal nerve in a teleost fish, *Oncorhynchus mykiss*. *Neurosci. Lett.*, 319 (2002) 167–171. [https://doi.org/10.1016/S0304-3940\(01\)02584-8](https://doi.org/10.1016/S0304-3940(01)02584-8)

¹⁶ CHANDROO, K.P., DUNCAN, I.J.H., MOCCIA, R.D. Can fish suffer? Perspectives on sentience, pain, fear and stress. *Applied Animal Behavior Science* 86 (2004) 225–250. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.02.004>

que los mamíferos, tienen menos núcleos o centros diferenciados y carecen de corteza superior u otros centros neurales asociados al procesamiento del dolor como la amígdala y el hipocampo que sean anatómicamente homólogos a los humanos. No obstante, tienen áreas cerebrales análogas cuya función sería la de controlar y aprender de las respuestas emocionales¹⁷. Por lo tanto, no podemos esperar que el cerebro de los peces procese el dolor de la misma manera que el cerebro de un mamífero, pero es posible que tengan otras áreas o zonas cerebrales no-diferenciadas con una función similar.

Como evidencias indirectas se ha estudiado si los peces responden a la acción analgésica de los opiáceos, moléculas con propiedades analgésicas en humanos y mamíferos. Así, en pez cebra (*Danio rerio*), se han localizado receptores opioides en la zona del sistema límbico. Pero además existen una serie de estudios en los cuales, usando estímulos potencialmente dolorosos, se ha investigado si los opioides usados en humanos funcionan en peces. Por ejemplo, los peces tratados con ácido acético (un irritante) muestran un claro comportamiento de evitación y aversión. Cuando se administraban opioides los peces podían pasar más tiempo cerca de un elemento novedoso a pesar de la presencia del ácido y el comportamiento de evitación se reducía considerablemente¹⁸.

En definitiva, a lo largo de los últimos años las investigaciones han avanzado en la dirección de comprobar y asumir que el equipamiento en cuanto a los receptores del dolor, sus vías y su procesamiento se parecen cada vez más a lo que se conoce en mamíferos y humanos. En este sentido en el ámbito científico existen en estos momentos consenso en que los peces experimentan reacciones bioquímicas, fisiológicas y comportamentales análogas a las reacciones de los humanos al dolor. No obstante, persiste todavía la pregunta central: Sienten los peces el dolor de manera análoga a los humanos? El equipamiento cerebral de los peces fabrica una sensación de dolor que implica sufrimiento?. En este punto no existe consenso y en las dos escuelas biológico-filosóficas persiste la discrepancia.

Entre los favorables a la hipótesis de que los peces sienten el sufrimiento, la Dra. Lyne Sneddon, de la Universidad de Liverpool (UK) es una de las que más estudios, publicaciones y opiniones ha aportado. La conclusión de esta investigadora y la de otros de esta opinión es que las evidencias encontradas serían suficientes como para asegurar que los peces sienten dolor, con lo que las regulaciones, normativas, usos y manipulaciones de los peces debieran adaptarse a esta conclusión. En la opinión contraria, otros investigadores como James Rose, Steven Cooke en Estados Unidos o Ben Diggles en Australia critica los estudios de bienestar de los animales acuáticos porque considera que las conclusiones de los primeros no son sólidas al confundir reacciones de estrés o aversión, comunes en muchos animales¹⁹, con reacción al dolor o con sentimientos de sufrimiento. De hecho, en algunos casos se han utilizado indicadores como la proteína Ciclooxygenasa como marcador del dolor, aunque esta proteína es efectivamente activada por otros estímulos como una infección o una situación de estrés. También según los defensores de esta escuela, los trabajos asocian reacciones conductuales a percepciones y afirman que una cosa es la reacción de aversión o la nocicepción o dolor inconsciente y otra distinta un dolor consciente, que no ha podido ser demostrado. Por ejemplo, se discuten los trabajos en los que los peces se someten a estrés y como consecuencia éstos desarrollan fiebre conductual consistente en trasladarse a zonas con temperatura más elevada²⁰, análogamente a como los mamíferos responden generando un estado febril. Según unos sería otra evidencia de fiebre emocional, un mecanismo relacionado con la percepción de dolor, mientras que otros lo limitan a una reacción conductual tendente a generar una medida profiláctica evolutiva de protección contra una eventual infección. Finalmente otra de las críticas para objetar los estudios de percepción del dolor es el hecho de que algunos de estos experimentos carecen de suficiente consistencia al no poderse haber generalizado en diferentes especies o en no tener en cuenta que existen características ambientales, genéticas o de comportamiento particulares que explicarían reacciones en especies concretas pero que no se

¹⁷ CHANDROO, K.P., DUNCAN, I.J.H., MOCCIA, R.D. Can fish suffer? Perspectives on sentience, pain, fear and stress. *Applied Animal Behavior Science* 86 (2004) 225– 250. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.02.004>; SNEDDON, L. Pain perception in fish. *Journal of Consciousness Studies*, 18 (2011) 209-229.

¹⁸ SNEDDON L. U. , BRAITHWAITE V. A., GENTLE M. J. Do fishes have nociceptors? Evidence for the evolution of a vertebrate sensory system *Proc. R. Soc. Lond. B* 270 (2002) <http://doi.org/10.1098/rspb.2003.2349>; CHANDROO, K.P., DUNCAN, I.J.H., MOCCIA, R.D. Can fish suffer? Perspectives on sentience, pain, fear and stress. *Applied Animal Behavior Science* 86 (2004) 225– 250. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.02.004>; ASHLEY, P.J., SNEDDON, L. U., MCCROHAN, C. R. Nociception in fish: stimulus-response properties of receptors on the head of trout *Oncorhynchus mykiss*, *Brain Research*, 1166 (2007) 47-54, <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2007.07.011>

¹⁹ ARLINGHAUS, R., COOKE, S. J., SCHWAB, A., COWX, I. G. Fish welfare: a challenge to the feelings-based approach, with implications for recreational fishing. *Fish and Fisheries*, 8 (2007) 57-71; ROSE, J. D., ARLINGHAUS, R. , COOKE, S. J., DIGGLES, B. K., SAWYNOK, W. , STEVENS, E. D., WYNNE, C. D. Can fish really feel pain?. *Fish & Fisheries*, 15 (2014) 97-133. <https://doi.org/10.1111/faf.12010>

²⁰ REY S., HUNTINGFORD F.A., BOLTAÑA S., VARGAS R., KNOWLES T.G., MACKENZIE S. Fish can show emotional fever: stress-induced hyperthermia in zebrafish. *Proc. R. Soc. B* 282: 20152266 (2015) <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.2266>

encontrarían en otras, por lo que no se podría generalizar la reacción de una especie con la percepción del dolor en el global del grupo de los peces.

Conclusiones

Durante los últimos años la controversia científica entre los defensores de la capacidad de sentir dolor de los peces y los que afirman que no hay evidencias suficientes para sostener esta opinión, se ha mantenido y el debate no solamente sigue abierto, sino que continua con más grupos de investigación implicados, con más técnicas y metodologías usadas para las demostraciones respectivas, con más ángulos de observación y experimentación y con más publicaciones y opiniones publicadas (por ejemplo en la revista *Animal Sentience*).

Además esta controversia seguirá muy viva por el hecho de que van apareciendo estudios y laboratorios que van aportando datos con respecto a la misma pregunta pero referida a los invertebrados, en los que se asumía en el pasado que la controversia no existiría por la falta de una estructura que pudiera ser análoga a un cerebro. Pero la investigación en pulpos, langostas y otros crustáceos vienen a incorporarse a ampliar la polémica a estos grupos.

Obviamente, los estudios de la capacidad de sentir y el límite de esta capacidad en vertebrados inferiores e invertebrados es extraordinariamente relevante, ya que estos estudios orientarán las elaboraciones legales y jurídicas de protección de estos animales y, a su vez, la generación de normas e indicadores susceptibles de ser adoptadas por los organismos reguladores y administradores, y a la postre por los usuarios, productores, industriales, laboratorios.

En todo caso, se aconseja ser prudente y utilizar el principio de precaución, lo cual implica que aunque no exista la certeza científica completa es aconsejable adoptar o mantener medidas que protejan contra el dolor y favorezcan el bienestar animal.

Referencias

- ARLINGHAUS, R., COOKE, S. J., SCHWAB, A., COWX, I. G. Fish welfare: a challenge to the feelings-based approach, with implications for recreational fishing. *Fish and Fisheries*, 8 (2007) 57-71.
- ASHLEY, P.J., SNEDDON, L. U., MCCROHAN, C. R. Nociception in fish: stimulus–response properties of receptors on the head of trout *Oncorhynchus mykiss*, *Brain Research*, 1166 (2007) 47-54, <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2007.07.011>
- BALASCH, J.C., TORT, L. Netting the stress responses in fish. *Frontiers in Endocrinology*. 10 (2019) 62. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00062>.
- BALCOMBE, J. El ingenio de los peces (Barcelona 2018) 344 pp.
- BRAITHWAITE, V., BOULCOTT, P. Pain perception, fear and aversion in fish. *Diseases of Aquatic Organisms* 75 (2007) 131– 138. doi:10.3354/dao075131.
- CAREY, M.P., ZIMMERMAN, C.E. Physiological and ecological effects of increasing temperature on fish production in lakes of Arctic Alaska. *Ecol. Evol.* 4/10 (2014) 1981–1993. doi: 10.1002/ece3.1080
- CHANDROO, K.P., DUNCAN, I.J.H., MOCCIA, R.D. Can fish suffer? Perspectives on sentience, pain, fear and stress. *Applied Animal Behavior Science* 86 (2004) 225– 250. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.02.004>
- FAO. 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- GROSENICK, L., CLEMENT, TRICIA S., FERNALD, R.D. Fish can infer social rank by observation alone. *Nature*, 445 (2007) 429-432.
- KOOLHAAS, J.M., KORTE, S.M., DE BOER, S.F., VAN DER VEGT, B.J., VAN REENEN, C.G., HOPSTER, H., DE JONG, I.C., RUIS, M.A.W., BLOKHUIS, H.J. Coping styles in animals: current status in behavior and stress-physiology. *Neurosci. & Behav. Rev.*, 23 (1999) 925-935. [https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(99\)00026-3](https://doi.org/10.1016/S0149-7634(99)00026-3)
- NELSON, J.S. *Fishes of the World*, 3rd edn. (New York 1994) ISBN-10: 0471250317
- REY S., HUNTINGFORD F.A., BOLTAÑA S., VARGAS R., KNOWLES T.G., MACKENZIE S. Fish can show emotional fever: stress-induced hyperthermia in zebrafish. *Proc. R. Soc. B* 282: 20152266 (2015) <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.2266>
- ROSE, J. D., ARLINGHAUS, R. , COOKE, S. J., DIGGLES, B. K., SAWYNOK, W. ,

- STEVENS, E. D., WYNNE, C. D. Can fish really feel pain?. *Fish & Fisheries*, 15 (2014) 97-133. <https://doi.org/10.1111/faf.12010>
- SALAS, C., BROGLIO, C., DURÁN, E., GÓMEZ, A., OCAÑA, F.M., JIMÉNEZ-MOYA, F., RODRÍGUEZ, F. Neuropsychology of Learning and Memory in Teleost Fish. *Zebrafish* 3 (2006) 157-171. doi.org/10.1089/zeb.2006.3.157
 - SCHRECK, C.B., TORT, L. The concept of stress in fish. In: *Biology of stress in fish. Fish Physiology Series vol. 35*. Ed by Schreck, C.B., Tort, L., Farrell, A.T. and Brauner, C. J. Academic Press-Elsevier (2016). ISBN: 978-0-12-802728-8, pp 2-34
 - SEGNER, H. Fish Nociception and pain. A biological perspective In: *Eidgenössische Ethikkommission für die Biotechnologie im Ausserhumanbereich und A. Willemsen (ed) (2012) Beiträge zur Ethik und Biotechnologie Bd. 9*. Bern.
 - SELYE, H. *The physiology and pathology of exposure to stress* (Oxford 1950)
 - SNEDDON, L.U. Anatomical and electrophysiological analysis of the trigeminal nerve in a teleost fish, *Oncorhynchus mykiss*. *Neurosci. Lett.*, 319 (2002) 167-171. [https://doi.org/10.1016/S0304-3940\(01\)02584-8](https://doi.org/10.1016/S0304-3940(01)02584-8)
 - SNEDDON L. U. , BRAITHWAITE V. A., GENTLE M. J. Do fishes have nociceptors? Evidence for the evolution of a vertebrate sensory system *Proc. R. Soc. Lond. B* 270 (2002) <http://doi.org/10.1098/rspb.2003.2349>.
 - SNEDDON, L. Pain perception in fish. *Journal of Consciousness Studies*, 18 (2011) 209-229.
 - SNEDDON, L. Pain in aquatic animals. *J. Exp. Biol.* 218 (2015) 967-976. [doi: 10.1242/jeb.088823](https://doi.org/10.1242/jeb.088823)
 - SNEDDON, L.U., WOLFENDEN, D.C.C., LEACH, M.C., VALENTIM, A.M., STEENBERGEN, P.J., BARDINE, N., BROOM, D.M. AND BROWN, C. Ample evidence for fish sentience and pain. *Animal Sentience* 21 (17) (2018). ISSN: 2377-7478
 - VOLFF, J.N. Genome evolution and biodiversity in teleost fish. *Heredity*. 94/3 (2005) 280-94. DOI:10.1038/sj.hdy.6800635