

# Pensamiento filosófico y bienestar animal en la experimentación científica: análisis retrospectivo frente a las necesidades éticas por la contingencia sanitaria por COVID-19

Eliod Marañón-Murga<sup>1, 2</sup>, Pascual Linares-Márquez<sup>3</sup>, Juan Francisco Rodríguez-Landa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas, Centro de Investigaciones Biomédicas, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México

<sup>2</sup>Laboratorio de Neurofarmacología, Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México

<sup>3</sup>Facultad de Biología, Universidad, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México

## Resumen

**Propósito/Contexto.** Este artículo busca contextualizar cómo el pensamiento filosófico acerca del cuidado y el bienestar de los animales, a lo largo de la historia, ha sido la base para fomentar la protección, el uso y el trato digno de los animales en la experimentación. Todo ello con la finalidad de contribuir en la búsqueda de soluciones a múltiples problemas de salud como la actual pandemia originada por el virus SARS-CoV-2, bajo consideraciones éticas.

**Metodología/Enfoque.** Se hace una revisión cualitativa, analítica y de tipo narrativa de la literatura relacionada con el pensamiento filosófico, acerca del cuidado animal y su derecho a un trato humanitario, y se relaciona con la necesidad de realizar estudios en animales para contribuir en la solución de problemas emergentes como el de la pandemia por SARS-CoV-2, sin dejar de lado la reflexión sobre el uso ético de ellos.

**Resultados/Hallazgos.** El pensamiento filosófico acerca de los derechos de los animales contribuyó a la discusión formal sobre el bienestar animal y su trato humanitario, particularmente en el contexto de la Bioética y la experimentación.

**Discusión/Conclusiones/Contribuciones.** Como resultado, surgieron grupos sociales y académicos que impulsaron el establecimiento de códigos éticos y directrices aplicadas en la actualidad para el estudio de diversas patologías que aquejan al ser humano y a otras especies, así como en el desarrollo de agentes terapéuticos; tal es el caso del desarrollo de medicamentos y vacunas que permitieron afrontar la situación por COVID-19.

**Palabras clave:** bienestar animal, filosofía, experimentación animal, utilitarismo, derecho animal.

## Autor de correspondencia

1. Juan Francisco Rodríguez-Landa, Laboratorio de Neurofarmacología, Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. Correo-e: [juarodriguez@uv.mx](mailto:juarodriguez@uv.mx)

## Historia del artículo

**Recibido:** 28 de mayo, 2022  
**Evaluado:** 29 de noviembre, 2022  
**Aprobado:** 14 de febrero, 2023  
**Publicado:** 8 de mayo, 2023

## Cómo citar este artículo

Marañón-Murga, Eliod, Pascual Linares-Márquez y Juan Francisco Rodríguez-Landa. 2023. "Pensamiento filosófico y bienestar animal en la experimentación científica: análisis retrospectivo frente a las necesidades éticas por la contingencia sanitaria por COVID-19." *Bios Papers* 2, no. 1: e4319. <https://doi.org/10.18270/bp.v2i1.4319>

## Philosophical thinking and animal welfare in scientific experimentation: Retrospective analysis in the face of ethical needs due to the health contingency by COVID-19

**Purpose/Context.** This article seeks to contextualize how philosophical thinking about animal care and welfare, throughout history, has been the basis for promoting the protection, use and dignified treatment of animals in experimentation. All this with the aim of contributing to the search for solutions to multiple health problems such as the current pandemic caused by the SARS-CoV-2 virus, under ethical considerations.

**Methodology/Approach.** A qualitative, analytical and narrative review of the literature related to the philosophical thinking about animal care and their right to humane treatment is made, and it is related to the need to carry out studies on animals to contribute to the solution of emerging problems such as the SARS-CoV-2 pandemic, without leaving aside the reflection on the ethical use of them.

**Results/Findings.** Philosophical thinking about animal rights contributed to the formal discussion on animal welfare and humane treatment, particularly in the context of bioethics and experimentation.

**Discussion/Conclusions/Contributions.** As a result, social and academic groups emerged that promoted the establishment of ethical codes and guidelines currently applied to the study of various pathologies that afflict humans and other species, as well as in the development of therapeutic agents; such is the case of the development of drugs and vaccines that made it possible to address the situation by COVID-19.

**Key words:** Animal Welfare, Philosophy, Animal Experimentation, Utilitarianism, Animal Law.

## Pensamento filosófico e bem-estar animal na experimentação científica: análise retrospectiva diante das necessidades éticas da contingência de saúde pela COVID-19

**Objetivo/Contexto.** Este artigo busca contextualizar como o pensamento filosófico sobre o cuidado e o bem-estar animal, ao longo da história, tem sido a base para promover a proteção, o uso e o tratamento digno dos animais em experimentação. Tudo isso com o objetivo de contribuir para a busca de soluções para múltiplos problemas de saúde, como a atual pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2, sob considerações éticas.

**Metodologia/Abordagem.** Realiza-se uma revisão qualitativa, analítica e narrativa da literatura relacionada ao pensamento filosófico sobre o cuidado com os animais e seu direito ao tratamento humanitário, relacionando-o com a necessidade de realizar estudos em animais para contribuir com a solução de problemas emergentes como a pandemia do SARS-CoV-2, sem deixar de lado a reflexão sobre o uso ético dos animais.

**Resultados/Descobertas.** O pensamento filosófico sobre os direitos dos animais contribuiu para a discussão formal do bem-estar animal e do tratamento humano, particularmente no contexto da bioética e da experimentação.

**Discussão/Conclusões/Contribuições.** Como resultado, surgiram grupos sociais e acadêmicos que promoveram o estabelecimento de códigos e diretrizes éticas aplicados hoje no estudo de várias patologias que afligem os seres humanos e outras espécies, bem como no desenvolvimento de agentes terapêuticos; é o caso do desenvolvimento de medicamentos e vacinas que possibilitaram o enfrentamento da situação pela COVID-19.

**Palavras-chave:** bem-estar animal, filosofia, experimentação animal, utilitarismo, direito dos animais.

## Introducción

A lo largo de la historia de la humanidad, se ha documentado la capacidad inherente al ser humano de cuestionarse acerca de los fenómenos naturales y fisiológicos de los organismos, incluido él mismo. Se han cuestionado fenómenos físicos, químicos, biológicos y psicológicos que, dependiendo de su evolución como especie animal, han intentado dar respuesta a esos cuestionamientos desde diversos enfoques, incluidos los mágico-religiosos, filosóficos y biológicos, entre otros (Rodríguez-Landa, Pulido-Criollo y Saavedra 2007; Cortez-Gallardo *et al.* 2004). Con el paso de los años, se acumularon conocimientos que pasaron de la observación a la experimentación basada en estudios sistematizados de microorganismos, plantas, animales no humanos y el propio ser humano.

La necesidad del ser humano por conocer su entorno favoreció el estudio observacional de los organismos en su medio natural, pero también dio paso a la disección y el análisis minucioso de sus componentes, lo cual paulatinamente llevó a la experimentación. Galeno justificaba la experimentación animal como “el largo y arduo camino hacia la verdad” (Pérez-Vaquero 2019), pero como es de esperarse, el uso de los organismos vivos en aquellas épocas no estaba basado en fundamentos éticos que procuraran su bienestar.

Durante el Renacimiento se produjeron grandes obras filosóficas y científicas, tal es el caso de *De humani corporis fabrica*, en la que se describen estructuras anatómicas y procesos fisiológicos de diversos organismos, incluido el ser humano, donde sobresale la descripción detallada del desarrollo embriológico humano y los sistemas circulatorio, óseo y muscular (Richardson 1998; Alcocer-Maldonado 2015), entre otros. Más adelante, durante los siglos XVI y XVII, el uso de los animales en la generación de conocimiento tuvo un gran auge, lo cual fue influenciado por el pensamiento de Tomás de Aquino, en relación con el concepto de viviente humano y no humano, que impedía la comparación de esencias, esto tuvo como consecuencia la formación de una brecha sobre el ente humano y el no humano (Martínez 2011). Con el tiempo, el uso de los animales en la experimentación tomó más fuerza, particularmente en Francia e Inglaterra (Reyes-Fuentes y Chavarría Olarte 1990), esto pudo estar influenciado por el pensamiento antropocentrista de aquella época representado por el filósofo Immanuel Kant, quien postuló que los animales no tenían autonomía debido a su falta de raciocinio y que, por lo tanto, no tenían las mismas características de los hombres, privándolos de respeto, dignidad y derechos (Soutullo 2012) y esta postura filosófica fue apoyada por la Noción Mecanicista Cartesiana, cuyo postulado fundamental era que “*estos seres* [refiriéndose a los animales] *eran incapaces de sentir dolor*” (Richardson 1998).

No obstante, la capacidad del ser humano para identificar el sufrimiento en los animales llevó a discusiones como las de Jeremy Bentham (1784-1832) quien puso en discusión: “*la pregunta no es si ellos [los animales] pueden razonar, tampoco si pueden hablar, sino ¿pueden ellos sufrir?*” Este pensamiento puede considerarse el inicio de la discusión sistemática y fundamentada acerca del bienestar animal, que sin duda permeó al cuestionamiento del uso de los animales en la experimentación, donde se antepone el bienestar animal frente a la generación de conocimiento. Esto fue apoyado por pensamientos como el naturalismo y el antiviviseccionismo que influyeron en leyes como la *Dick Martin's Act* o la Ley Contra la Crueldad Animal (1822) (Johansson-Stenman 2018).

Actualmente, se ha profundizado en la discusión de la legislación en materia de protección animal, el trato humanitario de ellos y su uso en la experimentación. Es así como surgen obras como “*The principles of humane Experimental Technique*” de Rusell y Burch, y otros dedicados a la experimentación en seres humanos como son el Código de Núremberg y la Declaración de Helsinki, donde también se hace referencia al uso humanitario de los animales como un preámbulo a la investigación en seres humanos

Durante los siguientes años se generaron nuevos paradigmas, los cuales contribuyeron a que la ciencia deje de ser meramente investigativa y observacional, para ser aplicada a la solución de múltiples procesos en beneficio del ser humano y otros organismos: la biotecnología. La biotecnología tiene un gran impacto en el sector privado, lo cual da un valor económico y comercial a la ciencia y, por lo tanto, en la mayoría de los casos da un mayor interés monetario sobre el académico (Schramm y Lang 2001). La necesidad del ser humano no solo se basaba en la introspección y la ética aplicada a organismos vivos, ahora la ética tiene nuevos retos frente a los avances de la biotecnología, donde se pueden cometer múltiples atropellos. Arango Restrepo (2011) sugiere que una ética personalista es adecuada, debido a que considera y valora en mejor medida a las personas, su entorno y sus interacciones con él mismo dentro de un periodo donde se es proclive a la discriminación y al especismo.

Un ejemplo de ellos, es la actual pandemia generada por COVID-19, que ha hecho evidente la necesidad de retomar las diferentes vertientes filosóficas que involucran el uso de los animales en la investigación para desarrollar y evaluar medicamentos y vacunas para enfrentar la contingencia sanitaria por COVID-19 (Suárez-Ruiz 2020). En este sentido, el presente artículo discute acerca de las ideologías enfocadas al trato humanitario de los animales destinados para la experimentación, de donde surgen lineamientos y guías ética para su uso racional dentro de la perspectiva actual de una era de la biotecnología y los diferentes retos de salud mundial como la pandemia por SARS-CoV-2.

## Los inicios de la experimentación animal para la generación de conocimiento

En la Grecia antigua hubo un interés profundo en los estudios anatómicos del ser humano y otros organismos, principalmente alentado por la concepción del cuerpo humano y la virtud, que comprende cuerpo y alma, es decir, valores sustentados por la filosofía aristotélica. Esta filosofía explicada por Simonides postula que *“difícil es llegar a ser hombre de auténtica virtud, recto y sin falta en las manos, en los pies y en el espíritu”* (Bochetti 2008), lo cual llevó a la necesidad de entender el cuerpo humano para lograr la completa virtud. Galeno de Pérgamo, en su obra *Procedimientos anatómicos*, resaltó la importancia de llevar a cabo disecciones en animales muertos en busca de la sustancia de la que están creados estos organismos, mientras que la vivisección generó un mayor conocimiento al descubrir los mecanismos fisiológicos que llevan a la acción y la reacción del animal (Pérez-Vaquero 2019). La mayoría de los estudios que realizó Galeno incluyeron cerdos y primates no humanos y destaca un estudio en el que un animal vivo, cuyo cerebro estaba expuesto, al oprimir uno de sus ventrículos, el animal caía en un letargo profundo y rigidez, desde ese entonces se tuvo registro del impacto negativo de las lesiones cerebrales en el funcionamiento de los organismos (Duque Parra, Barco Ríos y Morales Parra 2014; Illing 2002). Más adelante, se vivió un periodo de pocas aportaciones científicas, debido, entre otras cosas, a la caída del Imperio Romano de Occidente, pero en contraparte, los árabes tuvieron una proliferación de estudios que se extendieron a prácticas como la disección y la vivisección animal (Nogales Espert 2004).

En la Edad Media, la iglesia cristiana había prohibido las prácticas anatómicas en seres humanos, pero en el siglo XIII fue retomada por tres motivos:

1. Dicotomía entre cuerpo y alma
2. Desarrollo de la medicina hacia una vertiente científica
3. Importancia que tomarían los cadáveres para ciertos rituales religiosos (Pioreschi 2001)

Pero la vivisección no debía ser practicada debido a que se castigaba como impiedad por la Santa Inquisición (Alcocer-Maldonado 2015). Así, la disección propició el desarrollo de la anatomía en épocas posteriores como el Renacimiento, tal es el caso de Leonardo Da Vinci, quien realizó aportaciones a la anatomía comparativa en perros y gatos basado en la disección (Álvarez Díaz 2007). Más adelante, surgieron otros personajes interesados en el estudio de la anatomía como Andreas Vesalius, quien realizó múltiples aportaciones como la descripción de los vasos sanguíneos del cerebro y los primeros bosquejos anatómicos complejos de la anatomía cerebral de algunos animales; más precisamente, el anillo hexagonal circulatorio en el cerebro. Lo anterior derivó en cierta medida de prácticas viviseccionistas públicas en perros y gatos, las cuales estaban alejadas de consideraciones éticas y tratos humanitarios (Malomo, Idogwu y Osuagwu 2006). Vesalius justificaba estas prácticas por dos motivos: la búsqueda del conocimiento y la ausencia del alma en los animales. En 1543, Vesalius publicó *De humanis corporis fabrica*, una de las obras más importantes de la historia de la anatomía, donde habla sobre el cuerpo humano y sus múltiples estructuras, todo ello basado en sus estudios de vivisección animal y disección en seres humanos (Alcocer-Maldonado 2015), que en conjunto contribuyeron al conocimiento de la anatomía y fisiología animal y humana.

## Enfoque

### El pensamiento filosófico y su impacto en el trato y respeto animal

Tomás de Aquino definía tres tipos de inclinaciones naturales: las comunes a toda sustancia, las comunes a todo animal y las comunes a todos los seres humanos. De esta manera, había características propias del ser humano que lo hacían diferente de todo ente irracional, puesto que carecían del raciocinio al no estar “*hechos a modo y semejanza de Dios*” (Martínez 2011). Este pensamiento marcó las diferencias entre los seres humanos y los animales, cuestionando la importancia de estos últimos y si ellos (los animales) tenían la capacidad de sentir. La filosofía de Immanuel Kant se basó principalmente en ver a cada ser humano como un fin único, donde la autonomía fue de gran importancia, única del ser humano, que le proporcionaba derechos y dignidad, al convertirlo en un ente racional, pero ¿dónde quedaban los animales? En este aspecto Kant postulaba que los animales no poseían raciocinio, haciéndolos carentes de autonomía y, por lo tanto, de derechos o dignidad. En pocas palabras, Kant consideraba a los animales una entidad similar a los objetos (Soutullo 2012). El pensamiento acerca de lo animal no cesaba, en Francia de los siglos XVI y XVII se vivió una época en la que la filosofía intentó varias veces discernir entre la naturaleza animal y humana, de donde surgen dos grandes interrogantes: ¿cómo observar diferencias o similitudes en la naturaleza de animales y humanos? y ¿cómo abordar la naturaleza animal cuando se le considera impenetrable para el conocimiento humano? (Neira 2013). Jacques Derrida profundizó en el pensamiento de la naturaleza animal de Descartes y de otros autores contemporáneos, que influenciados por este pensamiento también se ocuparon del tema, entre ellos podemos señalar a Heidegger, Levinas y Lacan. En el pensamiento cartesiano, los animales eran reducidos a un conjunto indiferenciado y homogéneo llamado “El animal”, es decir, lo que no es humano, donde “El animal” carecía de raciocinio y esto originó que se discutiera sobre si el hombre tenía derecho de atribuir ciertas capacidades a los animales, volviéndose el argumento más importante el de la filosofía de Descartes: “*los animales son simples objetos de estudios que pueden ser analizados científicamente, por lo que el hombre no tiene obligaciones frente a ellos*” (Linás 2017). Otro ejemplo del pensamiento cartesiano sobre los animales se puede encontrar en la quinta parte de la obra *Discurso de Método*, del mismo Descartes, donde presentó las diferencias entre humanos y animales. La más importante

de las diferencias era la ausencia de alma en los animales, puesto que los consideraba como simples máquinas que se mueven, viven o se alimentan por disposición de sus órganos, por lo tanto, no podían tener las mismas implicaciones que los seres humanos, por su carencia de emociones y nula capacidad de experimentar dolor (Henríquez 2010).

El error de Descartes fue el apartarse de la investigación fisiológica humana y no humana, ejemplo de ello fueron los avances en el estudio del corazón y la sangre, partes importantes de la maquinaria cartesiana, donde la sangre funcionaba como un mero sistema hidráulico para el funcionamiento del órgano. Este argumento fue mejor estudiado por William Harvey en la obra *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*, donde se consideraba que la sangre era un sistema de transporte de nutrientes y calor del propio organismo, argumento que más adelante fue comprobado por la comunidad científica, esto provocó un cambio en la teoría de Descartes sobre la maquinaria de los entes vivos (Bohórquez Carvajal 2019). Es así como la investigación en animales ha contribuido en el cambio de paradigmas y la generación de otros que deben ser profundamente estudiados.

## Las aportaciones de Jeremy Bentham al bienestar animal

Jeremy Bentham fue un filósofo inglés cuyo pensamiento sentó las bases para el establecimiento del utilitarismo moderno hacia finales del siglo XVIII. Esta corriente filosófica postulaba que *“la mejor acción es la que produce la mayor felicidad y bienestar para el mayor número de individuos sintientes y maximiza la utilidad”* (Bentham). Bentham lo describía como *“la mayor felicidad o principio más grande de felicidad”* y, de modo más específico, este autor consideraba al individuo como la parte más pequeña y estructural de las sociedades, aunque consideraba a la sociedad como un ente ficticio. También sostenía que los individuos experimentaban placeres y penas y que la felicidad se formaba de placeres sin pena alguna. En el utilitarismo, la felicidad es considerada como un objetivo individual que llevará a una mejor utilidad social (Vásquez Avellaneda y Navarrete Peñuela 2010; Caudevilla 2013).

Bentham aplicó el utilitarismo ético a los animales e hizo hincapié en un punto a considerar en la responsabilidad del ser humano hacia los animales: ¿pueden ellos sufrir? Bentham sostenía que, a pesar de la incapacidad del ser humano de discernir acerca de si los organismos no humanos percibían la felicidad, se tenía la obligación de que ellos (los animales) no tuvieran pena alguna (Rivera Sotelo 2011). Por ello, es posible sugerir que este filósofo es uno de los primeros defensores de los derechos animales que ha tenido impacto indiscutible en el trato humanitario de los animales. Estas ideas filosóficas de Bentham acerca del sentir y el sufrimiento de los animales no humanos fueron apoyadas pocos años después, desde el punto de vista del naturalismo (Nussbaum 2006).

## Impacto del utilitarismo de Bentham en el cuidado animal

Charles Darwin, en 1872, realizó una serie de observaciones con animales en libertad y domesticados, donde analizó su comportamiento bajo diferentes contextos, esos estudios lo llevaron a publicar *“The expression of the emotions in man and animals”*, donde establecía que, al igual que el ser humano, los animales tenían la capacidad de expresar emociones básicas como la alegría, la ira, la ansiedad y el miedo, entre otras, lo que consecuentemente señalaba que eran capaces de experimentar también dolor y sufrimiento. Si bien Darwin no dirigió estas observaciones hacia la discusión del bienestar animal, dio pauta a que fueran considerados posteriormente para la defensa de los animales (Darwin 1872, 120-145).

Hacia el siglo XIX, surgió el movimiento antiviviseccionista en respuesta a los estudios de François Magendie y Claude Bernard, donde se discutía entre los costos y beneficios del uso de los animales en la experimentación. Estas discusiones llevaron a la elaboración de la primera Ley de Protección contra el maltrato y crueldad de los animales, también denominada *Dick Martin's act* (Johansson-Stenman 2018) y, años más tarde en Inglaterra, fue fundada la Real Sociedad para la Prevención de la Crueldad hacia los Animales en 1876. Así, se impulsó y logró la aprobación de la Ley contra la crueldad hacia ellos. Bentham contribuyó significativamente en la discusión acerca del bienestar animal y el trato humanitario, del que surgen grupos de filósofos, naturalistas y científicos que discutieron acerca de la necesidad de la experimentación animal, bajo ciertos lineamientos éticos, y se procura el bienestar animal sobre la generación de conocimiento. Hacia 1892, el humanista Henry Salt argumentó que los animales deberían tener derechos que no solamente implicaran su supervivencia, sino también a su completo bienestar y a no experimentar dolor o pena alguna, como es señalado en su obra *Animal Rights: considered in relation to social progress* (Leyton 2015).

Para el siglo XX surgen filósofos inspirados en la teoría utilitarista de Bentham, quienes analizan la naturaleza animal y la retribución de derechos a estos mismos. Peter Singer, en su obra *Liberación animal* de 1975, menciona acerca del interés humano en evitar el sufrimiento, es decir, aquello indeseable para el individuo que lo siente, porque, aunque los animales no tienen autonomía propia y no presentan necesidades de proyectarse a futuro como los seres humanos, sí tendrán un interés real en evitar el dolor o el sufrimiento en el momento en que lo experimenten, por lo tanto, se les debe atribuir derechos que vigilen su bienestar (Páez 2017). Años más tarde, Tom Regan en 1983, en su obra *The case for animal Rights*, deja sentado que las premisas de los Derechos Humanos son, en primer lugar, evitar quitar derechos a otros seres por el motivo que sea; también, que estos Derechos Humanos estén basados en intereses de los mismos humanos que, aunque estén en condiciones que les comprometan su capacidad de autonomía (como estado de coma o impedimento mental por enfermedad), presentarán intereses rudimentarios y no se les podrá restar o remover derechos. Derivado de este análisis, Regan sostiene que sería especista el no extender derechos a los animales, los cuales son dueños de su propia vida y tienen interés en sobrevivir y evitar el sufrimiento (Lara 2004).

## **El bienestar animal en la experimentación**

A pesar de los esfuerzos que se han realizado a nivel mundial para asegurar el bienestar animal, sobre todo cuando se trata de la experimentación, es innegable que en algunos casos se ha violado el derecho de los animales al bienestar, donde se trata de justificar como parte de la generación de conocimiento en beneficio de la humanidad. No obstante, desde hace algunos años, los esfuerzos han sido mayores en los diferentes ámbitos académicos y científicos, para discutir las formas en las cuales es factible generar conocimiento basado en la experimentación, pero con el menor daño posible a los animales (Bout, Fentener van Vlissingen y Karssing 2014). En este sentido, William Russell y Rex Burch (1954) establecieron las bases para el bienestar animal relacionado con la experimentación, ellos publicaron su obra, la cual se mantiene vigente hasta nuestros días, titulada *The Principles of Humane Experimental Technique*, donde analizan el problema central para determinar qué es y qué no es humano y de cómo se puede promover la humanidad sin perjuicios para los fines científicos y médicos (Tannenbaum y Bennett 2015). Es ahí donde proponen las 3R que implican: el refinamiento, el reemplazo y la reducción. El refinamiento se refiere a mejorar los métodos de mantenimiento, manejo y las técnicas experimentales para evitar el sufrimiento innecesario; el reemplazo propone el uso de alternativas que no involucren animales para investigar diversos fenómenos, por

ejemplo, los estudios *in silico*; y la reducción se refiere al mejoramiento en los diseños experimentales, los análisis estadísticos y la relevancia de los estudios con la finalidad de reducir al máximo el número de animales destinados a la experimentación (Guhad 2005). Es importante señalar que, a la fecha, las 3R son el estándar de oro para la evaluación y la autorización de protocolos experimentales por parte de los comités de ética para el uso y el cuidado de los animales en la investigación. Lo anterior, con la finalidad de reducir, no solo el número, sino también el sufrimiento innecesario en protocolos diseñados inadecuadamente o sin una relevancia científica o de escaso impacto social (Montenegro, Gayol y Tarrés 2011).

Además de *The Principles of Humane Experimental Technique* de Russel y Burch, que enfatizan específicamente en el bienestar animal en la investigación científica, existen otros documentos y conceptos que muestran la importancia de evitar el sufrimiento animal en la experimentación. En este sentido, en el Código de Núremberg y en la Declaración de Helsinki se establecen los principios éticos para la investigación y la experimentación médica en seres humanos, donde siempre será tomado en cuenta el bienestar y la seguridad de los pacientes sobre otro tipo de interés (Miziara *et al.* 2012; Russell y Burch 1959). A pesar de que los documentos antes mencionados están dirigidos a la experimentación en seres humanos, en ellos también se resalta la necesidad de los estudios preclínicos en animales para sustentar los estudios en seres humanos. En el Código de Núremberg, en su recomendación número III, se establece que: “*basados en los resultados de la experimentación animal y del conocimiento de la historia natural de la enfermedad o de otros problemas en estudio, el experimento debe ser diseñado de tal manera que los resultados esperados justifiquen su desarrollo*”. Lo anterior establece la necesidad de la experimentación animal previo a la experimentación en el ser humano, para tener un amplio conocimiento de la enfermedad o de otros factores a estudiar, con la finalidad de que se evite un daño mayor en los sujetos incluidos en los protocolos. También expone que en los estudios en animales se deben evitar el daño o el dolor innecesario o producir la discapacidad o la muerte de los animales en condiciones inhumanas, pues solo así se podrán obtener beneficios para la humanidad y el desarrollo de la sociedad bajo un trato humanitario (Arroyo Arellano 1999).

Por otro lado, en la Declaración de Helsinki se exponen los principios éticos para la investigación médica en seres humanos, incluida la investigación del material humano y de información identificables, pero es de llamar la atención que, en su apartado “*Requisitos científicos y protocolos de investigación*”, queda establecida la importancia del uso de animales en la investigación como un paso previo a la experimentación en el ser humano. Así, establece que:

La investigación médica en seres humanos debe conformarse con los principios científicos generalmente aceptados y debe apoyarse en un profundo conocimiento de la bibliografía científica, en otras fuentes de información pertinentes, así como en experimentos de laboratorio correctamente realizados y en animales, cuando sea oportuno. Se debe cuidar también del bienestar de los animales utilizados en los experimentos (Mazzanti di Ruggiero 2011).

Lo anterior muestra una estrecha relación entre los estudios en animales con aquellos realizados en el ser humano, donde se favorece el bienestar no solo del ser humano sino también de otras especies.

## Bioética frente a COVID-19

En los últimos años, el avance científico ha sido tal que ha generado una rama en la aplicación del conocimiento denominada biotecnología. En esta área, la generación del conocimiento es aplicado a la solución y la facilitación de múltiples aspectos de la vida cotidiana y que sirve para acercar las aportaciones de la ciencia a la sociedad, donde se tenga cobertura, entre otras cosas, de las necesidades de índole clínica, llevándolas a una constante interacción con los descubrimientos que emanan del conocimiento científico (Eleizalde *et al.* 2010), sin embargo, uno de los problemas sobre el desarrollo de la biotecnología es el hecho de que los animales pueden ser considerados como máquinas al servicio de los humanos, donde se evidencia un fuerte antropocentrismo y especismo (Fernández 2019). La controversia sobre el uso de animales en la experimentación y que este uso sea adecuado, tiene como base el estatus no resuelto sobre el trato ético de los mismos y la justificación *ad hoc* en biotecnología para el tratamiento y la prevención de enfermedades.

El nuevo reto para la comunidad científica y la biotecnología en este inicio de la tercera década del siglo XXI es la atención a COVID-19, enfermedad generada por el reciente brote epidémico de SARS-CoV-2. Esta inesperada situación, a nivel global, ha requerido un esfuerzo conjunto de todos los componentes dentro de los ámbitos farmacéuticos, clínicos y éticos para dirigir todos los recursos (que son escasos) a la creación de protocolos, uso y cuidado de modelos animales y no animales para la creación de las vacunas que ya se encuentran en uso de emergencia (Concha *et al.* 2020).

En la generación de las vacunas para enfrentar esta epidemia, se han utilizado animales como ratones, hurones, hámsteres e incluso primates no humanos para la búsqueda tanto de vacunas potenciales, medicamentos para su control e incluso para analizar los efectos del SARS-CoV-2 en el organismo en el corto, mediano y largo plazo; además de conocer la fisiología de las vías de replicación viral y la respuesta inmune del hospedero (Muñoz-Fontela *et al.* 2020). Este panorama implica una atención ética y bioética que debe observarse desde las vías filosóficas como el utilitarismo (incluir a los animales no humanos en el cálculo de utilidad o en la maximización imparcial de la felicidad), lo deontológico (basado en la defensa de animales no humanos) y lo contractualista (se propone extender el contrato que se tiene con los animales no humanos), y que esta visión no se limite únicamente a un criterio meramente racionalista (Suárez-Ruiz 2020).

Pareciera que una pandemia justifica *per se* el uso de animales para estudios preclínicos relevantes frente a la actual crisis sanitaria por SARS-CoV-2, sin embargo, esta situación también ha develado nueva información que apoya el desarrollo de medicamentos, vacunas o el entendimiento de mecanismos fisiopatogénicos, pero, más allá de la premura por el alivio eficaz, el conocimiento puede ser obtenido por medio de otras fuentes para, al mismo tiempo, integrar el principio de las 3R y llevar a cabo la reducción de animales en la experimentación. Tal es el caso del uso de ratones modificados en la proteína ACE2, justificada por estudios anteriores con SARS-CoV. Estos sujetos experimentales presentaron enfermedades respiratorias graves y algunos sujetos incluso murieron por la enfermedad. Ante este hallazgo, los autores relacionaron la modificación con una desregulación de citocinas y quimiocinas, y estas modificaciones producen entre su sintomatología trombosis y anosmia (McCray *et al.* 2007; Zheng *et al.* 2021), problemas que han sido asociados con COVID-19. Asimismo, los investigadores Kumar *et al.* (2021) hallaron, por medio de biomedicina computacional, que la alteración de ACE2 genera un aumento en la respuesta inflamatoria y, por medio de estudios *in silico*, generaron posibles moléculas que pueden apoyar en el tratamiento para la enfermedad por SARS-CoV-2, donde se usaron menos recursos, menos animales y se tomaron en cuenta las recomendaciones de Russell y Burch sobre el uso de animales en la experimentación.

Por otra parte, se han realizado estudios en primates no humanos, donde se ha analizado la respuesta que presenta el macaco Rhesus al tener interacción con el SARS-CoV-2. En ellos, se ha visto la respuesta inmune humoral que presentan los macacos y los daños en los tejidos que deterioran la vida de los individuos (Chandrashekar *et al.* 2020). Otros estudios en primates no humanos, como los chimpancés, han contribuido al desarrollo de vacunas que actualmente están en los esquemas de vacunación de emergencia, como el caso de la vacuna de la industria farmacéutica AstraZeneca, desarrollada en conjunto con la Universidad de Oxford (Corbett *et al.* 2020). Si bien, aparentemente, el desarrollo de las vacunas destinadas al manejo de la actual pandemia ha sido en un tiempo relativamente corto, es de resaltar que ya había estudios anteriores en animales que permitieron conocer el desarrollo natural de la infección, sus manifestaciones y consecuencias, lo que aceleró la obtención de vacunas para uso de emergencia, cuyo impacto hasta el momento es alentador.

Finalmente, es indiscutible que la experimentación animal ha contribuido sustancialmente en el conocimiento del ser humano y de otros animales para asegurar su bienestar. Así, se han podido proteger especies en peligro de extinción o que han sido atacadas por patógenos específicos y no podemos negar que en muchos casos el uso de los animales ha sido innecesario e incluso absurdo. Es por ello que se debe verificar que exista una conciencia ética individual y colectiva en la investigación científica, más que una prohibición del uso de animales en la experimentación y, además, desarrollar la conciencia del potencial sufrimiento animal y ponderar la necesidad del avance científico basado en la experimentación (Gutiérrez García y Contreras 2016).

De acuerdo con lo anterior, la Bioética fungirá como una disciplina rectora en las ciencias biomédicas, desde el diálogo obligado, debido a que su objeto de discusión es el uso, el manejo y el cuidado de los organismos vivos y de su entorno y que, por tanto, debe ser incluida como parte fundamental en la formación humana y académica, en las ciencias y las humanidades, solo así seremos conscientes de la necesidad de cuidar a las especies intervenidas, asegurar su bienestar y la eliminación del sufrimiento, para el beneficio colectivo, al referirnos a la salud humana y animal (Mellor 2012; Garcés Giraldo y Giraldo Zuluaga 2012).

La experimentación animal es indispensable para el avance del conocimiento, en particular de las ciencias biomédicas, pero desde la investigación y la aplicación de la misma es necesario reconocer que debe salvaguardarse el respeto, la integridad, la dignidad y el bienestar de los animales que sean utilizados en la experimentación, con la firme necesidad de presentar la evidencia científica, de los beneficios generados por la utilización de animales a favor del avance de la ciencia que promueva bienestar al ser humano y a los mismos animales no humanos, solo así se podrá valorar la generación de conocimiento y de la ciencia en general. Además, no debemos olvidar que el cúmulo de conocimientos derivado de la experimentación animal ha contribuido sustancialmente al desarrollo y el refinamiento de nuevas técnicas y métodos de estudio (por ejemplo, los estudios *in silico*) que permitirán, en algún momento, reducir la experimentación animal sin afectar el desarrollo de la ciencia en pro de los organismos vivos.

## Consideraciones finales

El pensamiento filosófico desarrollado a través de los años, en pro de los derechos de los animales, llevó a establecer las bases para discutir y reconocer el bienestar animal, tanto en su vida en libertad, en cautiverio y desde el uso de estos en la experimentación, el cual es un punto de partida para la discusión y la creación de lineamientos para protegerlos y que se les proporcione el derecho de un trato digno y humanitario. Claro está, sin perder de vista el impacto que puede tener el uso de animales, no solo en el desarrollo científico, sino también en el entorno social y ecológico. Todo estudio que haga uso de

animales debe estar sustentado en el bien común para la sociedad y los individuos, para retribuirles el bienestar mediante una mejor calidad de vida en su entorno natural (García-Rodríguez, Delgado Díaz y Rodríguez-León 2009).

Se hace necesario recordar el fundamento principal del utilitarismo de Bentham, donde se establece que es ineludible observar el bienestar de todos los individuos humanos y no humanos para avanzar como sociedad y hacer frente a las actuales y las futuras problemáticas que aquejarán al ser humano y a su entorno, como una parte inherente al desarrollo de las grandes poblaciones alrededor del mundo. Asimismo, es inevitable el surgimiento de nuevas enfermedades que aquejen no solo al ser humano, sino también a otros animales. Esto implica la necesidad de estudios cada vez más a fondo para entender e identificar los mecanismos de propagación, manejo y control de las patologías que pueden, incluso, acabar con poblaciones enteras de diferentes especies. Esto conllevará sin duda a una serie de investigaciones que requerirán de estudios en todos los niveles, desde estudios *in vitro*, *in vivo* e *in silico* hasta en el propio ser humano.

Así, la prioridad será trabajar en la concientización de la necesidad de estudios en seres vivos, pero será necesario tener un sentido de responsabilidad y considerar todos los aspectos bioéticos en el manejo y el uso de los organismos, la legislación aplicada y la generación de nuevos protocolos de intervención, ahí donde falten, desde un ámbito multidisciplinario, solo entonces se podrán establecer estrategias adecuadas para hacer frente a escenarios inciertos, tal es el caso actual de la emergencia sanitaria por COVID-19, provocada por el coronavirus SARS-CoV-2 que genera cambios significativos en el rumbo de la humanidad y de la investigación en las diferentes áreas de la ciencia.

Ahora se trabaja arduamente y contra el reloj para generar medicamentos preventivos y vacunas con una mayor efectividad para su control, lo cual ha requerido el uso de animales para su desarrollo (Dadalto, Medeiros Royo y Silva Costa 2020), donde el tiempo es de vital importancia, por lo que todos los procesos han sido acelerados por la urgencia sanitaria por la que atraviesa la humanidad (Ahumada y Ahumada-Gialanella 2020); sin embargo, en una época donde se busca la mayor utilidad de los animales y el respeto a sus derechos, es necesario entender el origen de cada vertiente filosófica, histórica y moral desde la constante reflexión y discusión, para mejorar el trato bioético a los animales no humanos, desde los procesos educativos básicos hasta los especializados.

## Contribución de los autores

JFRL: conceptualización y metodología, supervisión, validación y visualización; EMM: conceptualización y metodología, selección y curaduría de información y escritura (borrador original del artículo) y PLM: selección y curaduría de información, supervisión, validación y visualización. Adicionalmente, todos los autores revisaron, discutieron, corrigieron y aprobaron la versión final del artículo.

## Financiación

El primer autor recibió una beca para estudio del Doctorado en Ciencias Biomédicas por parte del Consejo Nacional de Tecnología y Tecnología (CONACyT-México), número de expediente: 853975.

## Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

## Implicaciones éticas

Los autores declaran que este artículo no tiene implicaciones éticas en su desarrollo o publicación.

## Referencias

- Ahumada, Oscar y Román Ahumada-Gialanella. 2020. "COVID-19; la pandemia que ha parado el mundo por primera vez." *Revista de Investigaciones ULCB* 7, no. 1: 7-26. <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2020v7n1.001>
- Alcocer-Maldonado, José Luis. 2015. "El cerebro en el libro *De humanis corporis fabrica*, de Andrés Vesalio." *Acta Médica Grupo Ángeles* 13, no. 3: 199-205.
- Álvarez Díaz, Jorge Alberto. 2007. "La controversia sobre la vivisección." *Acta Bioethica* 13, no. 1: 53-59. <http://dx.doi.org/10.4067/S1726-569X2007000100006>
- Arango Restrepo, Pablo. 2011. "Retos de la bioética frente a la biotecnología. Necesidad de la educación en bioética." *NOVA* 9, no. 15: 11-21. <https://doi.org/10.22490/24629448.484>
- Arroyo Arellano, Fernando. 1999. "El código de Núremberg: un hito en la ética de la investigación médica." *Revista Médica de la Facultad de Ciencias Médicas de Quito Ecuador* 24, no. 1: 31-35.
- Bochetti, Carla. 2008. "Anatomía en Grecia y Roma." *Byzantion Nea Hellás* 27. <https://byzantion.uchile.cl/index.php/RBNH/article/view/18345>
- Bohórquez Carvajal, Julián David. 2019. "De la sangre en circulación. Descartes y Harvey." *Discusiones filosóficas* 20, no. 34: 113-119. <http://dx.doi.org/10.17151/difil.2019.20.34.6>
- Bout, Henriëtte, Martje Fentener van Vlissingen y Edgar Karssing. 2014. "Evaluating the ethical acceptability of animal research." *Laboratory Animals* 43, no. 11: 411-414. <https://doi.org/10.1038/labam.572>
- Caudevilla, Oriol. 2013. "Jeremy Bentham, a pioneer." *Derecho Animal* 4, no. 1: 1-5. <https://doi.org/10.5565/rev/da.159>
- Concha, Marcela, Paola Gómez, Francisca Tuteleers, María Arzola y Gastón Duffau. 2020. "Bioética en tiempos de pandemia Covid-19." *Neumología Pediátrica* 15, no. 2: 358-361. <https://doi.org/10.51451/np.v15i2.62>
- Corbett, Kizzmekia, Barbara Flynn, Kathryn Foulds, Joseph Francica, Seyhan Boyoglu-Barnum, Anne Werner, Britta Flach, *et al.* 2020. "Evaluation of the mRNA-1273 vaccine against SARS-CoV-2 in nonhuman primates." *New England Journal of Medicine* 383, no. 16: 1544-1555. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2024671>
- Cortez-Gallardo, Vieyle, Juan Macedo-Ceja, Mauricio Hernández-Arroyo, Gabriel Arteaga-Aureoles, Diana Espinosa-Galván y Juan Rodríguez-Landa. 2004. "Farmacognosia: breve historia de sus orígenes y su relación con las ciencias médicas." *Revista Biomédica* 15, no. 2: 123-136. <https://doi.org/10.32776/revbio-med.v15i2.381>

- Dadalto, Luciana, Mayara Medeiros Royo y Beatriz Silva Costa. 2020. "Bioética e integridad científica en la investigación por COVID-19." *Revista Bioética* 28, no. 3: 418-425. <https://doi.org/10.1590/1983-80422020283402>
- Darwin, Charles. 1872. *The expression of the emotions in man and animals*. Londres: John Murray.
- Dieb Miziara, Ivan , Ana Tereza de Matos Magalhães, Maruska d'Aparecida Santos, Érika Ferreira Gomes y Reinaldo Ayer de Oliveira. 2012. "Research ethics in animal models." *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology* 78, no. 2: 128-131. <https://doi.org/10.1590/S1808-86942012000200020>
- Duque Parra, Jorge Eduardo, John Barco Ríos y Genaro Morales Parra. 2014. "La disección *in vivo* (vivisección): Una visión histórica." *International Journal of Morphology* 32, no. 1: 101-105. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022014000100017>
- Eleizalde, Mariana, Nereida Parra, Carolina Palomino, Armando Reyna e Iselen Trujillo. 2010. "Aprendizaje por descubrimiento y su eficacia en la educación de la biotecnología." *Revista de Investigación* 34, no. 71: 271-290.
- Fernández, Laura. 2019. "¿Máquinas biotecnológicas o seres sintientes? Una aproximación antiespecista a la clonación de animales no humanos." *Revista Bioética y Derecho* 47: 141-157.
- Garcés Giraldo, Luis Fernando y Conrado Giraldo Zuluaga. 2012. "Bioética en la experimentación científica con animales: cuestión de reglamentación o de actitud humana." *Revista Lasallista de Investigación* 9, no. 1: 159-166.
- García-Rodríguez, José, Carlos Jesús Delgado Díaz y Gustavo Rodríguez-León. 2009. "Bioética global: una alternativa a la crisis de la humanidad." *Salud en Tabasco* 15, no. 2-3: 878-881.
- Guhad, Faisal. 2005. "Introduction to the 3Rs (Refinement, Reduction and Replacement)." *Contemporary Topics in Laboratory Animal Science* 44, no. 2: 58-59.
- Gutiérrez García, Ana Gloria y Carlos Contreras. 2016. "Algunas reflexiones sobre la ética de la investigación en las ciencias de la salud." *Psicología y Salud* 26, no. 1: 129-136.
- Henríquez, Ruy. 2010. "Importancia de la distinción cartesiana entre el hombre y los animales." *INGENIUM: Revista de historia del pensamiento moderno* 3: 48-59.
- Illing, Robert Benjamin. 2002. "De la trepanación a la teoría de la neurona." *Mente y Cerebro* 1: 82-89.
- Johansson-Stenman, Olof. 2018. "Animal welfare and social decisions: Is it time to take Bentham seriously?" *Ecological Economics* 145: 90-103. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.08.019>
- Lara, Francisco. 2004. "Derechos de los animales y utilitarismo." *Revista Iberoamericana de Estudios Utilitaristas* 13, no. 1-2: 145-161.
- Leyton, Fabiola. 2015. "Literatura básica en torno al especismo y los derechos animales." *Bioética y Derecho* 19: 14-16.

- Llinás, Joan Llinàs. 2017. "La cuestión animal y el gobierno de sí. Montaigne, Descartes y Derrida." *Ingenium. Revista Electrónica de Pensamiento Moderno y Metodología en Historia de las Ideas* 11: 87-102. <https://doi.org/10.5209/INGE.58327>
- Malomo, A, O Idowu y F Osagwu. 2006. "Lesson from history: human anatomy, from the origin to the Renaissance." *International Journal of Morphology* 24, no. 1: 99-104. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022006000100018>
- Martínez, Enrique. 2011. "Generación humana, generación animal." *Espiritu LX* 141: 51-69.
- Mazzanti di Ruggiero, María De los Ángeles. 2011. "Declaración de Helsinki, principios y valores bioéticos en juego en la investigación médica con seres humanos." *Revista Colombiana de Bioética* 6, no. 1: 125-144. <https://doi.org/10.18270/rcb.v6i1.821>
- McCray, Paul, Lecia Pewe, Christine Wohlford-Lenane, Melissa Hickey, Lori Manzel, Lei Shi, Jason Netland, *et al.* 2007. "Lethal infection of K18-hACE2 mice infected with severe acute respiratory syndrome coronavirus." *Journal of Virology* 81, no. 2: 813-821. <https://doi.org/10.1128/JVI.02012-06>
- Mellor, DJ. 2012. "Animal emotions, behaviour and the promotion of positive welfare states." *New Zealand Veterinary Journal* 60, no. 1: 1-8. <https://doi.org/10.1080/00480169.2011.619047>
- Montenegro, Silvana, María del Carmen Gayol y María Cristina Tarrés. 2011. "Aspectos éticos en la investigación de animales." *Revista Médica Rosario* 77: 69-74.
- Muñoz-Fontela, César, William Dowling, Simon Funnell, Pierre-S Gsell, A Ximena Riveros-Balta, Randy Albrechet, Hanne Andersen, *et al.* 2020. "Animal models for COVID-19." *Nature* 586, no. 7830: 509-515. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2787-6>
- Neira, Hernán. 2013. "El impenetrable corazón animal: Descartes y Condillac ante los animales." *Filosofía Unisinos* 14, no. 3: 226-241. <https://doi.org/10.4013/fsu.2013.143.05>
- Nogales Espert, Amparo. 2004. "Aproximación a la historia de las autopsias." *The Electronical Journey of Autopsy* 2, no. 1: 9-15.
- Nussbaum, Martha. 2006. "The moral status of animal." *Chronicle of Higher Education* 52, no. 22: 6-8.
- Páez, Eze. 2017. "La muerte de los animales no humanos en el nuevo utilitarismo hedonista de Peter Singer." *Revista Latinoamericana de Estudios Críticos Animales* 4, no. 1: 86-106.
- Pérez-Vaquero, Carlos. 2019. "In albis: La práctica de la vivisección." *Quadernos de criminología: Revista de Criminología y Ciencias Forenses* 47: 16-20.
- Pioreschi, Plinio. 2001. "Determinants of the revival of dissection of the human body in the Middle Ages." *Medical Hypotheses* 56, no. 2: 229-234. <https://doi.org/10.1054/mehy.2000.1183>

- Reyes-Fuentes, Alejandro y María Eugenia Chavarría Olarte. 1990. "La experimentación en animales y su repercusión en la salud humana." *Medicina Experimental* 126, no. 2: 116-121.
- Rivera Sotelo, Aída Sofía. 2011. "El utilitarismo de Jeremy Bentham ¿Fundamento de la teoría de Leon Walras?" *Cuadernos de Economía* 30, no. 55: 55-76.
- Rodríguez-Landa, JF, F Pulido-Criollo y M Saavedra. 2007. "Depression in pre-columbian mesoamerican medicine." *Revista de Neurología* 44, no. 6: 375-380. <https://doi.org/10.33588/rn.4406.2006347>
- Schramm, Fermín Rowland y Miguel Kottow. 2001. "Bioética y biotecnología: Lo humano entre dos paradigmas." *Acta Bioethica* 7, no. 2: 259-267. <http://dx.doi.org/10.4067/S1726-569X2001000200007>
- Soutullo, Daniel. 2012. "El valor moral de los animales y su bienestar." *Página Abierta* 221: 1-19.
- Suárez-Ruiz, Joaquín. 2020. "Medio ambiente, medios de comunicación y psicología moral. Sobre el potencial de la convergencia disciplinaria en una bioética animal postpandemia." *Revista Bioética y Derecho* 52: 265-286. <https://doi.org/10.1344/rbd2021.52.32202>
- Russell, William y Rex Burch. 1959. *The principles of humane experimental technique*. Baltimore: Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health.
- Tannenbaum, Jerrold y Taylor Bennett. 2015. "Russell and Burch's 3Rs then and now: the need for clarity in definition and purpose." *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science* 54, no. 2: 120-132.
- Vásquez Avellaneda, Diana María y Marcela Navarrete Peñuela. 2010. "El maltrato animal. Una reflexión desde la sostenibilidad y las tradiciones culturales." *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente* 9: 39-43.
- Vesalius, Andreas. 1998. *On the fabric of the human body*. San Francisco: Norman Publishing.
- Zheng, Jiang, Lok-Yin Wong, Kun Li, Abhishek Kumar Verma, Miguel Ortiz, Christine Wohlford-Lenane, Mariah Leidinger, *et al.* 2021. "COVID-19 treatments and pathogenesis including anosmia in K18-hACE2 mice." *Nature* 589, no. 7843: 603-607. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2943-z>