

The Biologist (Lima), 2024, vol. 22 (2), 281-289



The Biologist (Lima)



RESEARCH NOTE / NOTA CIENTÍFICA

SOME CONSIDERATIONS REGARDING THE DISCIPLINARY NATURE OF MODERN BIOLOGY

ALGUNAS CONSIDERACIONES RESPECTO A LA NATURALEZA DISCIPLINARIA DE LA BIOLOGÍA MODERNA

Jehoshua Macedo-Bedoya^{1*}

¹ Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. jehoshua.macedo@unmsm.edu.pe

* Corresponding author: jehoshua.macedo@unmsm.edu.pe

Jehoshua Macedo-Bedoya: <https://orcid.org/0009-0008-7958-5318>

ABSTRACT

The following text discusses the ethical considerations in biology, it highlights the significance of responsible specimen collection methods to minimize the impact on populations. The text also draws attention to the lack of ethical consideration in capture and preservation, as well as the disconnection with contemporary social needs. Additionally, it explores the ethical dilemma surrounding taxonomic accumulation and animal experimentation, with a focus on animal welfare. It advocates for an ethical approach that recognizes the intrinsic value of life and promotes a more holistic perspective in biology.

Keywords: Biocentrism – bioethics – conservation – environmental education

RESUMEN

El texto aborda la ética en biología, destaca la importancia de métodos responsables en la recolección de especímenes para minimizar el impacto en las poblaciones. Se señala la falta de consideración ética en la captura y preservación, así como la desconexión con las necesidades sociales contemporáneas. Se discute el dilema ético en la acumulación taxonómica y la experimentación con animales, enfatizando el bienestar animal. Se promueve una ética que reconozca el valor intrínseco de la vida y aboga por un enfoque más holístico en biología.

Palabras Clave: Biocentrismo – bioética – conservación – educación ambiental

Este artículo es publicado por la revista *The Biologist (Lima)* de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original.

DOI: <https://doi.org/10.62430/rb20242221857>



INTRODUCCIÓN

La evolución de la ética en la biología ha sido un viaje marcado por la transformación gradual de las percepciones sobre la relación entre los seres humanos y el resto de la naturaleza. En los albores de la disciplina, la biología estaba más orientada hacia la exploración y la clasificación, con una atención menos enfocada en consideraciones éticas. Sin embargo, a medida que la disciplina maduraba, surgieron reflexiones éticas que han moldeado profundamente su evolución (Sánchez, 1986; Pérez-Tamayo *et al.*, 2007; González, 2018). Históricamente, la toma de conciencia ética en la biología dio sus primeros pasos con el surgimiento de movimientos filosóficos en la antigua Grecia (Pérez-Tamayo *et al.*, 2007) y científicos que cuestionaban la relación entre el ser humano y la naturaleza. Sócrates, el padre de la ética, nos enseña que es peor dañar que ser dañado; el verdadero mal es aquel que nosotros hacemos, y que solo con la ética podremos salvarnos de cometer el mal (Pérez-Tamayo *et al.*, 2007).

La obra de naturalistas y filósofos como Henry David Thoreau, John Muir y Aldo Leopold en el siglo XIX y principios del XX sentaron las bases para una visión ética más profunda de nuestra interconexión con el entorno natural (Apunte & Rodríguez, 2010); estos pensadores abogaron por una ética que trascendiera la mera utilidad humana de la naturaleza, reconociendo su valor intrínseco y su derecho a la existencia. Durante el siglo XX, con el crecimiento de la conciencia ambiental y los avances científicos que llevaron a la comprensión más amplia de los ecosistemas, surgieron movimientos más organizados en defensa de la ética en la investigación biológica (Pérez, 2022). La Declaración de Helsinki en 1964, originalmente centrada en la ética médica, influyó en la consideración ética en la experimentación con seres humanos y sentó un precedente para la reflexión ética en la investigación científica en general (Mazzanti, 2011; World Medical Association, 2024).

A lo largo de las décadas, los avances en la ética en la biología han estado ligados a la evolución de la sociedad y sus valores (Gutiérrez & Hernández, 2008; Steinberg, 2020). La creciente conciencia sobre la conservación, la biodiversidad y el bienestar animal ha llevado a la promulgación de regulaciones más estrictas y a un cambio en las prácticas científicas (Rojas *et al.*, 2005; Ramos *et al.*, 2024). La biología, como disciplina, ha respondido a estos cambios adoptando enfoques más éticos en la investigación y la recolección de datos. Este proceso histórico ha evidenciado una transformación significativa en la manera en que la biología aborda sus prácticas, desde

una visión más centrada en la exploración y clasificación (Crisci, 1977; Haiech, 2013) hasta una que incorpora consideraciones éticas profundas sobre la interacción entre los seres vivos y su entorno (Carpio, 2017).

A través de una revisión de la literatura, este trabajo tiene como objetivo reflexionar sobre los aspectos éticos en la biología moderna, analizar cómo las prácticas biológicas impactan la biodiversidad y el bienestar animal, y abogar por una mayor consideración de los principios éticos en la investigación biológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión de la literatura empleando bases de datos académicas como PubMed, Scopus y Web of Science para seleccionar artículos científicos priorizando los más actuales sin importar el idioma en el que se encontraban. Además, se incluyeron libros y otros estudios relevantes que ilustren dilemas éticos específicos en la recolección de especímenes y la experimentación animal. La revisión se organizó temáticamente para abordar los principios éticos, las prácticas actuales y los desafíos en la implementación de estándares éticos. Esta combinación de revisión bibliográfica y análisis permitió una comprensión integral de la evolución y aplicación de los principios éticos en la biología moderna.

Aspectos éticos: Aseguro que se cumplieron con todos los aspectos éticos a nivel nacional como internacional.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Recolección de especímenes y conservación

Los métodos de muestreo y recolección de especímenes, si bien son fundamentales para el avance del conocimiento científico y la comprensión de la diversidad biológica, tienen un impacto significativo en las poblaciones estudiadas si no se ejecutan responsablemente (Gutiérrez, 2023). La técnica conocida como “captura y recaptura”, usada para estimar el tamaño de una población (Chávez *et al.*, 2007; García-Grajales *et al.*, 2007), implica capturar, marcar y liberar individuos para análisis (Soria, 2010; Guerrero, 2021); sin embargo, si no se aplica con cuidado, puede ocasionar lesiones, generar estrés significativo o incluso llevar a la amputación de alguna de las extremidades del organismo estudiado (Farías, 2019). El “muestreo de especímenes” es cuestionado por su impacto

directo en las poblaciones estudiadas (Gutiérrez, 2023); la recolección de organismos para análisis detallados puede llevar a la eliminación de parte de la población muestreada, especialmente de las que ya se encuentran amenazadas (Gutiérrez, 2023), afectando la viabilidad de la especie o el equilibrio del ecosistema. La “extracción de muestras de tejidos” para análisis genéticos u otros estudios afecta la salud y capacidad de recuperación de los organismos, ya que es invasivo y en algunos casos destructivo (Ossa *et al.*, 2012), especialmente cuando se lleva a cabo a gran escala sin considerar los límites de tolerancia de la especie. Las “intervenciones experimentales” como la introducción de especies o la manipulación del entorno pueden desequilibrar los ecosistemas naturales, alterar dinámicas poblacionales y desencadenar consecuencias impredecibles (Castro-Díez *et al.*, 2014). Finalmente, el “marcado y seguimiento” a pesar de su utilidad para el monitoreo a largo plazo, el marcaje puede causar estrés (Silvy *et al.*, 2012; Hoyos, 2023), cambios de comportamiento (Silvy *et al.*, 2012) y aumentar la vulnerabilidad frente a depredadores ocasionando eventualmente la muerte del individuo (Kessler, 1964; Silvy *et al.*, 2012), planteando interrogantes éticas sobre el equilibrio entre la obtención de datos y el bienestar de los organismos.

La falta de consideración por las consecuencias a largo plazo ha llevado a una disminución alarmante de especies (Miller *et al.*, 2022). Esta realidad es ineludible y representa una falla crítica en la ética científica, con consecuencias graves para la conservación de la vida en el planeta. Se requiere un cambio radical en la mentalidad científica, donde la preservación y el cuidado de los ecosistemas, las especies y la biodiversidad deben tener una importancia primordial (Martínez, 2011), incluso por encima del impulso por adquirir nuevos conocimientos o lograr avances científicos que podrían generar impactos negativos en el entorno natural (Chávez, 2012). La crítica directa hacia estas prácticas invasivas es esencial y solo con una revisión exhaustiva de métodos podremos aspirar a una investigación que no afecte la biodiversidad, sino que la preserve (Del Carpio & Paucara, 2022).

El dilema ético en torno al uso de especímenes para la investigación y la conservación frente al respeto por la vida y la integridad de cada organismo es un tema de considerable complejidad (Hoyos, 2000). Filósofos prominentes como Peter Singer y Aldo Leopold han ofrecido perspectivas valiosas sobre estos dilemas en sus obras. Singer, conocido por su enfoque en la ética animal, plantea la cuestión de los derechos de los animales y cómo nuestras acciones afectan a otras formas de vida; argumenta a favor de considerar el sufrimiento y la capacidad de sentir de los animales al tomar decisiones

éticas (Beorlegui, 2001), lo que se conecta con la reflexión sobre el uso de especímenes en la investigación.

Por otro lado, Leopold, un destacado conservacionista y ecologista, abordó la relación ética entre los seres humanos y la tierra en su obra “A Sand County Almanac” (Leopold, 1949), en donde propuso el concepto de una ética de la tierra, donde no solo los individuos, sino también la tierra y sus comunidades bióticas, tienen un valor intrínseco y merecen consideración ética en nuestras acciones. Estos filósofos, desde distintas perspectivas, aportan a la reflexión ética en torno al tratamiento de las especies en el contexto de la investigación biológica y la conservación; sus ideas invitan a considerar cómo equilibrar el progreso científico y la preservación de la vida y la integridad de los organismos, respetando su valor intrínseco y su papel en los ecosistemas (Mejía, 2015; Kwiatkowska, 2012).

El dilema de las colecciones biológicas

Las colecciones biológicas son esenciales tanto para la investigación como para la conservación de la biodiversidad (Simmons & Muñoz-Saba, 2005; Mesa & Bernal, 2006; Stenhouse *et al.*, 2023); sin embargo, han sido foco de debates morales y éticos profundos (Gutiérrez, 2023). Su existencia se basa en la captura, preservación y almacenamiento de especímenes con fines científicos (Mesa & Bernal 2006), un proceso que pasa por alto el sufrimiento inherente a los seres vivos involucrados. Esta práctica, aunque se presenta bajo la apariencia de progreso científico, levanta interrogantes éticos considerables. El sufrimiento animal se muestra justificado en nombre del avance científico (Romero-Fernandez *et al.*, 2016), desvinculando así la relevancia moral del dolor (Suárez *et al.*, 2021). La ética cuestionable detrás de las colecciones biológicas también se manifiesta en la consideración superficial hacia el bienestar de los organismos involucrados; en algunos casos, la recolección y preservación de especímenes se lleva a cabo sin considerar el impacto que tendrá en el ecosistema.

La biología, en su afán por describir y clasificar la diversidad de la vida, ha invertido recursos considerables en la recolección y preservación de especímenes para su estudio taxonómico. Sin embargo, esta dedicación a menudo ha sido cuestionada por su falta de impacto inmediato en la resolución de problemas sociales apremiantes (Estebanez, 1998), como la pobreza, la salud pública o la crisis económica. Esta reflexión plantea una crítica importante sobre la aparente desconexión entre los esfuerzos de la biología en la acumulación de

especímenes y las necesidades prioritarias de la sociedad contemporánea.

La crítica principal radica en el argumento de que los esfuerzos y recursos invertidos en la taxonomía podrían ser desviados hacia áreas de investigación con aplicaciones más inmediatas y pragmáticas. Esto plantea un dilema ético sobre la justificación del sacrificio de especímenes en función de la ampliación del conocimiento taxonómico cuando podrían destinarse esos esfuerzos a iniciativas con impactos sociales más directos y evidentes. En este contexto, la biología tiene el desafío de encontrar un equilibrio entre la exploración de la diversidad biológica y la contribución directa a la resolución de problemas cruciales (Morales, 2017). Una manera de abordar esta cuestión es reorientar la investigación biológica hacia áreas de aplicación más inmediata (Gallego *et al.*, 2019), como la biotecnología, la medicina o la producción de alimentos (González, 1989; Ramírez *et al.*, 2011; Campos-Flores *et al.*, 2023). Por ejemplo, la biología molecular y la ingeniería genética ofrecen oportunidades significativas para abordar problemas de salud pública y seguridad alimentaria (Pazos, 2023). La falta de correlación directa entre estas colecciones y la resolución de problemas urgentes de la sociedad subraya la desconexión entre los esfuerzos de la biología y las necesidades apremiantes de la humanidad.

Experimentación con animales en la investigación y educación

Los animales, especialmente mamíferos, poseen sistemas neuroanatómicos y neurofisiológicos similares a los humanos para sentir y procesar el dolor (Klaassen, 2007; Suárez *et al.*, 2021); aunque los mecanismos básicos son parecidos, la principal diferencia radica en las fases cognitivas y evaluativas del proceso (Morales, 2016). Las vías básicas para procesar el dolor, incluida la participación del tálamo y de varios centros cerebrales, se conservan en todos los mamíferos (Gore, 2022). La experimentación con animales en la investigación biológica plantea desafíos éticos fundamentales que requieren una reflexión profunda sobre el tratamiento y el respeto hacia estos seres vivos (Molina *et al.*, 2015). Desde el inicio de la formación académica en biología, la práctica de la disección de animales como método de aprendizaje anatómico ha sido común (Grilli, 2018). Sin embargo, este enfoque plantea dilemas éticos sobre el sacrificio y sufrimiento de los animales involucrados (Molina *et al.*, 2015). Este dilema se profundiza cuando, en etapas académicas más avanzadas, se utilizan una

gama más amplia de especies animales para prácticas experimentales, lo que aumenta las consideraciones éticas sobre el tratamiento y bienestar de estos seres vivos (Barrios *et al.*, 2011; Jar, 2014; Saldaña *et al.*, 2023). El uso de cloroformo como agente para la eutanasia en la experimentación animal ha sido motivo de debate ético debido a las manifestaciones evidentes de sufrimiento y estrés durante el proceso (González, 1992; Aguwa *et al.*, 2020).

Cuando se aplica cloroformo, se induce un estado de asfixia en los animales, lo cual resulta en una depresión del sistema nervioso central (SNC) produciendo fallo cardíaco y respiratorio (Close *et al.*, 1997). Este proceso se caracteriza por la dilatación de las pupilas oculares, conocida como midriasis, así como una disminución en la respuesta a la luz y una reducción en la presión intraocular (Klaassen, 2007). Estos efectos generan movimientos involuntarios, convulsiones o retorcimientos mientras el animal lucha por respirar. Es crucial entender que estas manifestaciones no son simplemente respuestas físicas, sino que representan el dolor y la incomodidad que experimentan los animales. Sin embargo, el uso de cloroformo como agente eutanásico no es aceptable debido a su hepatotoxicidad, nefrotoxicidad y potencial carcinogénico tanto para los técnicos como para otros animales (Close *et al.*, 1997; Aguwa *et al.*, 2020).

Existe un debate en curso sobre cómo conciliar el avance científico con el respeto a la vida y el bienestar de los animales utilizados en la investigación (Molina *et al.*, 2015). La implementación de regulaciones y directrices éticas se convierte en un pilar fundamental para garantizar la protección y el cuidado de los animales en estos entornos científicos (Molina *et al.*, 2015). Es crucial fomentar la búsqueda y aplicación de métodos alternativos que minimicen el sufrimiento animal y promuevan prácticas que respeten a los seres vivos (Molina *et al.*, 2015; Concepción *et al.*, 2007). El reconocimiento e implementación de los derechos animales se vuelve imprescindible en la búsqueda de una mejor ética e implica considerar la sensibilidad, autonomía y dignidad de estos seres en los contextos de investigación (Santori, 2018). Este enfoque no solo se centra en la mitigación del sufrimiento, sino en reconocer la intrínseca valía de los animales y su derecho a una vida libre de explotación (Santori, 2018). Así, se hace imperativo promover una cultura científica que busque constantemente métodos más éticos y efectivos, equilibrando el avance científico con el respeto por la vida y el bienestar animal.

A pesar de los avances en la comprensión ética y la promulgación de regulaciones para proteger a estos seres,

persiste una realidad desafiante en la que la consideración hacia el sufrimiento animal se ve socavada por prioridades y exigencias científicas (Molina *et al.*, 2015) y comerciales (Cavieres, 2004; Köllen & Schneeberger, 2023). La cuestión ética en la investigación con animales se enfrenta a la realidad de una sociedad que a menudo privilegia el progreso científico y los beneficios económicos sobre el respeto a la vida animal. En muchos casos, la presión por resultados rápidos y el desarrollo de nuevos productos o tratamientos llevan a una mentalidad utilitarista, donde los derechos y el bienestar de los animales son sacrificados en aras del avance científico (Aranda & Pastor, 2016). En esta sociedad donde las necesidades humanas y las ganancias económicas suelen prevalecer, la consideración por los derechos animales y el respeto por su bienestar a menudo quedan relegados a un segundo plano (Serra, 2018).

Este paradigma refleja una cultura científica y social que, a pesar de los avances, sigue arrastrando una mentalidad que prioriza el progreso humano a expensas del sufrimiento animal (Molina *et al.*, 2015), perpetuando así un ciclo de explotación y falta de consideración ética en la investigación biológica. La ética antropocentrista se basa en la creencia de que los intereses y el bienestar de los seres humanos deben ser prioritarios sobre los de los animales, lo que implica una jerarquía moral que favorece a la humanidad (Concepción *et al.*, 2007). Ante esto es necesario que la sociedad empiece a tener una conciencia cultural sobre el sufrimiento animal (Concepción *et al.*, 2007). La ciencia nos da los medios para mejorar nuestra calidad de vida, pero no formula nuestras metas y no tiene nada que ver con los fines, deberes y derechos del ser humano (Pérez-Tamayo *et al.*, 2007).

Un nuevo enfoque en la biología

La cuestión ética en el ámbito de la biología se ha visto sometida a una reflexión profunda en torno a la valoración intrínseca de la vida. La crítica hacia esta disciplina, que ha llevado a la percepción de una falta de respeto hacia la vida en su afán por la búsqueda del conocimiento, ha suscitado un llamado urgente al reconocimiento y la consideración del valor inherente a toda forma de vida (Martínez & Porcelli, 2017). Este enfoque ético, imperativo en la orientación de la investigación y la toma de decisiones en biología, trasciende la simple evaluación de la utilidad de las especies para la especie humana, abogando por un reconocimiento más profundo de su valor intrínseco, así como su papel en la interdependencia de los ecosistemas (Herguedas, 2006; Dudley, 2023).

Todo lo que existe merece que subsista; este postulado exhorta al reconocimiento y preservación de la existencia de todas las formas de vida, independientemente de su utilidad inmediata para la humanidad (Herguedas, 2006; Gudynas, 2010; Dudley, 2023). Por ende, se hace esencial una reconsideración del sentido auténtico de la vida en la investigación biológica, donde la valoración de la vida no se limite a su utilidad para el ser humano, sino que abrace su valor intrínseco y su contribución en la trama interconectada de la naturaleza. Este enfoque ético demanda una ética más amplia, que respete y considere la singularidad y complejidad inherentes en cada forma de vida, reconociendo su importancia más allá de su utilidad directa para la humanidad (Herguedas, 2006; Gudynas, 2010; Burgui, 2015). Valorar la vida es un recordatorio constante de la maravilla y fragilidad de la existencia.

La biología contemporánea ha experimentado una fragmentación notable en sus enfoques (Folguera & Bloise, 2018). Las disciplinas científicas se han especializado tanto que la visión completa del sistema natural a menudo se pierde entre los detalles minuciosos de cada rama de estudio. Este énfasis en la especialización ha llevado a un preocupante vacío en la comprensión global de cómo funciona la naturaleza en su conjunto. El naturalismo, que alguna vez fue el pilar de la investigación, ha sido gradualmente reemplazado por enfoques especializados. Si bien estos enfoques fragmentados han impulsado avances en áreas específicas, han dejado un vacío en la comprensión de la interconexión y complejidad de los ecosistemas. Las nuevas generaciones de biólogos, aunque excepcionalmente diestras en sus áreas específicas, a menudo carecen de la amplitud de conocimiento para discernir con certeza las perturbaciones naturales de las de origen antropogénico. La falta de una visión integral del sistema dificulta la identificación precisa de los cambios y sus consecuencias, lo que plantea un desafío significativo en la determinación de la estabilidad y recuperación de los hábitats.

La resistencia a ser identificado como el paradigma más típico de un biólogo surge como una postura intelectual que desafía la naturaleza reductiva y limitante de una visión estratégica dentro del ámbito de la biología. Esta postura refleja una inquietud por liberarse de las ataduras metodológicas y epistemológicas que podrían limitar la comprensión integral de la vida. Al cuestionar la naturaleza disciplinaria y estrecha que a veces exhibe la biología, se alude a una aspiración por alcanzar un entendimiento más profundo y trascendental de la existencia. Esta perspectiva filosófica no solo busca trascender los límites tradicionales de la disciplina, sino también invita a un diálogo interdisciplinario, reconociendo la inherente

interconexión entre la biología, la filosofía y otros dominios del conocimiento humano. En este sentido, se propone una apertura hacia un enfoque más amplio y reflexivo que no solo contemple la estructura y los procesos biológicos, sino que también se sumerja en la exploración de los aspectos éticos, ontológicos y existenciales que rodean y definen la vida en su totalidad.

La evolución de la ética en la biología refleja una transición significativa desde un enfoque predominantemente exploratorio hacia una práctica que incorpora consideraciones éticas profundas. Inicialmente centrada en la clasificación y el estudio de la naturaleza sin una preocupación explícita por las implicaciones éticas, la biología ha evolucionado para integrar principios que reconocen el valor intrínseco de los seres vivos y su entorno. La influencia de movimientos filosóficos y científicos, así como las regulaciones emergentes, han sido cruciales en este cambio, promoviendo una visión más holística y respetuosa hacia la vida.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis queridas mascotas, quienes han llenado mi vida de alegría y compañía. Su presencia ha sido fuente constante de felicidad. Agradezco su ternura infinita y los innumerables momentos compartidos. Mis queridos compañeros, gracias por enseñarme el verdadero significado de la vida y por ser siempre una fuente inagotable de cariño.

Author contributions

JMB = Jehoshua Macedo-Bedoya

Conceptualization: JMB

Data curation: JMB

Formal analysis: JMB

Funding acquisition: JMB

Investigation: JMB

Methodology: JMB

Project administration: JMB

Resources: JMB

Software: JMB

Supervision: JMB

Validation: JMB

Visualization: JMB

Writing – original draft: JMB

Writing – review & editing: JMB

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguwa, U. S., Nnamdi, O. S., Nnabuihe, E. D., Elizabeth, E. C., Ogechi, A., Nzube, O. B., Felix, O.O., Chukwuemeka, O.K., Sopuru, O., David, O., Ogbuokiri, D., & Chijioke, O. (2020). Evaluating the effect of chloroform inhalation as a method of euthanasia on the cerebellum and hippocampus of adult wistar rats. *Journal of Advances in Medical and Pharmaceutical Sciences*, 22, 14-25.
- Apunte, A.B., & Rodríguez, A.P. (2010). *Módulo de Aprendizaje para la Enseñanza de Educación Ambiental destinado a niños de primer año de Educación Básica en Escuelas Paritculares de la Parroquia de Cotocollao*. (Tesis de licenciatura. Universidad Politécnica Salesiana. Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación).
- Aranda, A., & Pastor, L. (2016). Ética de la experimentación con animales. *Bioética y Ciencias de la Salud*, 3, 1-11.
- Barrios, E.E., Espinoza, M., Leal, U., Ruiz, N., Pinto, V., & Jurado, B. (2011). Bioética y el empleo de animales de experimentación en investigación. *Salus*, 15, 28-34.
- Beorlegui, C. (2001). ¿Hacia un humanismo trans-antropocéntrico? Peter Singer y los “derechos” de los animales. *Realidad*, 80, 199-236.
- Burgui, M.B. (2015). Hans Jonas: conservación de la naturaleza, conservación de la vida. *Cuadernos de Bioética*, 26, 253-266.
- Campos-Flores, J.R., Hernández-Trejo, A., & Orihuela, Y.C.O. (2023). La importancia de la biotecnología en las ciencias de la salud: una revisión. *Xikua Boletín Científico de la Escuela Superior de Tlahuelilpan*, 11, 4-8.
- Carpio, A.C. (2017). Consideraciones éticas para una mirada comprensiva de la naturaleza. *Revista Kawsaypacha*, 1, 49-68.
- Castro-Díez, P., Valladares, F., & Alonso, Á. (2004). La creciente amenaza de las invasiones biológicas. *Ecosistemas: Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 13, 0.

- Cavieres, M.F. (2004). Exposición a pesticidas y toxicidad reproductiva y del desarrollo en humanos: Análisis de la evidencia epidemiológica y experimental. *Revista Médica de Chile*, 132, 873-879.
- Chávez, C., Ceballos, G., Medellín, R., & Zarza, H. (2007). Primer censo nacional del jaguar. En G. Ceballos, C. Chavez, R. List, H. Zarza (Eds.), *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas* (133-141 pp.). CONABIO, WWF, TELCEL y UNAM.
- Chávez, O.E. (2012). *Reflexiones Filosóficas en torno a los usos de la Ciencia y la Tecnología y sus impactos negativos en la actualidad*. (Tesis Doctoral. Instituto Politécnico Nacional).
- Close, B., Banister, K., Baumans, V., Bernoth, E. M., Bromage, N., Bunyan, J., Erhardt, W., Flecknell, P., Gregory, N., Hackbarth, H., Morton, D., & Warwick, M. C. (1997). *Recomendaciones para la Eutanasia de los Animales de Experimentación: Parte 1*. DGXI de la Comisión Europea, para ser utilizado con la Directiva 86/609/EEC del 24 de noviembre de 1986, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros respecto a la protección de los animales utilizados para experimentación y otros fines científicos. 31 p.
- Concepción, Á.R., De La Peña-Pino, R., & García, J. (2007). Acercamiento al accionar ético-moral del científico que trabaja con animales de experimentación. *Acta Bioethica*, 13, 9-15.
- Crisci, J.V. (1977). Clasificación biológica: naturaleza, objetivos, fundamentos. *Obra del Centenario del Museo de La Plata*, 3, 51-61.
- Del Carpio, J. K., & Paucara, R.A. (2022). *Soluciones basadas en la naturaleza frente al cambio climático: Revisión sistemática*. (Tesis de licenciatura. Universidad César Vallejo. Facultad de Ingeniería y Arquitectura).
- Dudley, N. (2023). *Why biodiversity matters* (1.ª ed.). Routledge.
- Estebanez, M.E. (1998). La medición del impacto de la ciencia y la tecnología en el desarrollo social. *Taller de Indicadores de Impacto Social de la Ciencia y la Tecnología*, RICYT, La Cumbre, Argentina.
- Farías, A. (2019). Captura y manejo de mamíferos medianos y grandes en el campo. (pp.165-179). *Experimentación con animales no tradicionales en Uruguay (ANTE) en Uruguay*. Comisión Honoraria de Experimentación Animal (CHEA, CSIC), Universidad de la República.
- Folguera, G., & Bloise, L. (2018). Una Biología, muchas Biologías: ¿Estamos frente a un proceso de fragmentación en la Biología? *Revista de Filosofía Moderna e Contemporánea*, 6, 221-240.
- Gallego, R.E., Marcos-Merino, J.M., & Ochoa de Alda, J.G. (2019). Extracción de ADN con material cotidiano: diseño, implementación y validación de una intervención activa interdisciplinar. *Educación química*, 30, 42-57.
- García-Grajales, J., Aguirre-León, G., & Contreras-Hernández, A. (2007). Tamaño y estructura poblacional de *Crocodylus acutus* (Cuvier 1807) (Reptilia: Crocodylidae) en el estero la Ventanilla, Oaxaca, México. *Acta zoológica mexicana*, 23, 53-71.
- González, M.D.O. (1989). Orígenes y bases de la revolución biotecnológica. *Revista del centro de estudios constitucionales*, 4, 167-209.
- González, A.M. (2018). Ética y moral. Origen de una diferencia conceptual y su trascendencia en el debate ético contemporáneo. *Anuario Filosófico/ Anuario Filosófico*, 33, 797-832.
- González, J.M. (1992). *Microneurocirugía experimental*. Universidad de Cádiz.
- Gore, D. G. (2022). The anatomy of pain. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*, 23, 355-359.
- Grilli, J. (2018). El material natural en la Biología escolar. Consideraciones éticas y didáctica sobre las actividades prácticas de laboratorio. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15, 1-19.
- Gudynas, E. (2010). La senda biocéntrica: valores intrínsecos, derechos de la naturaleza y justicia ecológica. *Tabula rasa*, 13, 45-71.
- Guerrero, J.G. (2021). *Aspectos demográficos y tróficos de ambystoma altamirani en el parque nacional lagunas de zempoala*. (Tesis magistral. Universidad Autónoma del Estado de Morelos).
- Gutiérrez, A.S. (2023). El dilema de las colecciones biológicas: ¿Preservación o sobrecolecta?. *Thoreauvia-Periódico de Ciências Biológicas da UNIVASF*, 2, 25.
- Gutierrez, D., & Hernández, E. (2008). Implicación de los valores éticos y morales en el enfrentamiento de las adicciones en jóvenes. *Revista Cubana de Salud Pública*, 34, 1-13.

- Haiech, J. (2013). Une vision de l'évolution de la biologie par un biologiste-D'une biologie descriptive vers une biologie prédictive. *médecinelsciences*, 29, 43-46.
- Herguedas, F.A. (2006). Del valor intrínseco de la naturaleza. *Isegoría*, 34, 261-275.
- Hoyos, J.G.O. (2000). Principios éticos de la investigación en seres humanos y en animales. *Medicina*, 60, 255-8.
- Hoyos, L.M. (2023). *Protocolo para la medición y el seguimiento del crecimiento de tortugas marinas en un proceso de headstarting en Santa Marta, Colombia*. Universidad de Caldas.
- Jar, A.M. (2014). Bienestar animal y el uso de animales de laboratorio en la experimentación científica. *Revista argentina de microbiología*, 46, 77-79.
- Kessler, F.W. (1964). Avian predation on pheasants wearing differently colored plastic markers. *The Ohio Journal of Science*, 64, 401-402.
- Klaassen, C.D. (2007). *Casarett & Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons, Seventh Edition*. McGraw Hill Professional.
- Köllen, T., & Schneeberger, D. (2023). Avoiding unnecessary suffering: Towards a moral minimum standard for humans' responsibility for animal welfare. *Business Ethics, the Environment & Responsibility*, 32, 1139-1149.
- Kwiatkowska, T. (2012). Aldo Leopold y la Ética de la Tierra. *Euphyia*, 6, 47-64.
- Leopold, A. (1949). *A sand county Almanac*. Oxford University Press.
- Martínez, M. (2011). Paradigmas emergentes y ciencias de la complejidad. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 65, 45-80.
- Martínez, A.N., & Porcelli, A.M. (2017). Una nueva visión del mundo: la ecología profunda y su incipiente recepción en el derecho nacional e internacional (primera parte). *Lex: Revista de la Facultad de Derecho y Ciencia Política de la Universidad Alas Peruanas*, 15, 417-440.
- Mazzanti, M. (2011). Declaración de Helsinki, principios y valores bioéticos en juego en la investigación médica con seres humanos. *Revista colombiana de bioética*, 6, 125-144.
- Mejía, A. (2015). *La experimentación con animales estudiada desde el consecuencialismo en "liberación animal" de Peter Singer*. (Tesis de pregrado. Universidad de La Salle. Facultad de Filosofía y Humanidades).
- Mesa, D.P., & Bernal, A.A. (2006). Protocolos para la preservación y manejo de colecciones biológicas. *Boletín Científico – Museo de Historia Natural*, 10, 117-148.
- Miller, Z. J., Lynn, A., Oster, C., Piotter, E., Wallace, M., Sullivan, L. L., & Galen, C. (2022). Unintended consequences? Lethal specimen collection accelerates with conservation concern. *American Entomologist*, 68, 48-55.
- Molina, J.L., Villavicencio, G.A., Ruiz, D.H., Cruz, M.N.G., Álvarez, C.S., Gutiérrez, M.C., & Álvarez, L.C. (2015). Bioética en la experimentación animal. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 16, 1-19.
- Morales, A. (2017). *Diseño de estrategia de comunicación visual para la divulgación de la labor del Centro de Datos para la Conservación-USAC-en beneficio de la diversidad biológica Ciudad de Guatemala* (Tesis doctoral, Universidad de San Carlos de Guatemala).
- Morales, C.A. (2016). *Bases para el manejo del dolor en perros y gatos*. Universidad de Antioquia.
- Ossa, P., Giraldo, J.M., López, G.A., Dias, L.G., & Rivera, F.A. (2012). Colecciones biológicas: una alternativa para los estudios de diversidad genética. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 16, 143-155.
- Pazos, A. (2023). Avances en la ingeniería genética para la creación de organismos transgénicos. *Ciencia Inteligente*, 1, 72-88.
- Pérez, Y.A. (2022). *Derechos de los animales, su defensa ética desde la no-violencia, la etología y la filosofía política*. (Tesis doctoral. Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Humanidades).
- Pérez-Tamayo, R., Lisker, R., & Tapia, R. (2007). *La construcción de la bioética* (1.ª ed.). Fondo de Cultura Económica.
- Ramírez, J.C., Rosas, P.E.T.R.A., Velazquez, M.Y., Ulloa, J.A., & Arce, F. (2011). *Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud*. CONACYT.
- Ramos, C. L. S., Beserra Filho, J. I. A., Menezes, D. P. D., & Ferreira, P. M. P. (2024). A brief history of the animals' scientific research, international rules and Brazilian regulations. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 96(suppl 1), e20231406.

- Rojas, H., Stuardo, L., & Benavides, D.B. (2005). Políticas y prácticas de bienestar animal en los países de América: estudio preliminar. *Revue Scientifique et Technique - Office International des Épizooties (Imprimé)*, 24, 549-565.
- Romero-Fernandez, W., Batista-Castro, Z., De Lucca, M., Ruano, A., García-Barceló, M., Rivera-Cervantes, M., García-Rodríguez, J., & Sánchez-Mateos, S. (2016). El 1, 2, 3 de la experimentación con animales de laboratorio. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 33, 288-299.
- Saldaña, C.J., Chávez-Genaro, R., & Miraballes I. (2023). Manejo de animales tradicionales en experimentación. 2^{da} edición. Universidad de la República Uruguay (Udelar).
- Sánchez, M.E. (1986). Sobre ética y biología. *Contextos*, 8, 71-98.
- Santori, P. (2018). Sacrificio sin consciencia. In *dA. Derecho Animal. Forum of Animal Law Studies*, 9, 106-111.
- Serra, P. (2018). La incorporación de la ética animal al derecho. *Bioderecho.es*, 7, 1-35.
- Silvy, N., López, R., & Peterson, M. (2012). Techniques for marking wildlife. En N. Silvy (Ed.), *The Wildlife Techniques Manual Research* (339-370 pp.). Johns Hopkins University Press.
- Simmons, J.E., & Muñoz-Saba, Y. (Eds.). (2005). *Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas*. Universidad Nacional de Colombia. 288 p.
- Soria, L. (2010). *Variación de la abundancia y densidad de Puma concolor en zonas con alta y baja concentración de trampas cámara en el centro de México*. (Tesis magistral. Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Ingeniería).
- Steinberg, D. (2020). Evolution and Ethics. In: *The Multidisciplinary Nature of Morality and Applied Ethics*. Springer Nature, pp. 11-30.
- Stenhouse, A., Fisher, N., Lepschi, B., Schmidt-Lebuhn, A., Rodriguez, J., Turco, F., Toms, E., Reeson, A., Paris, C., & Thrall, P. (2023). Improving biological collections data through human-AI collaboration. *Biodiversity Information Science and Standards*, 7, e112488.
- Suárez, M.R., Del Sol, M., & Rojas, M. (2021). La relevancia moral del dolor de animales de experimentación y de producción. *International Journal of Morphology*, 39, 1383-1390.
- World Medical Association. (2024). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human participants. *JAMA*. e21972.

Received November 11, 2024.

Accepted December 22, 2024.