



ASFAMEVEZ

Asociación Colombiana de Facultades de
Medicina Veterinaria y Zootecnia

Bioética, bienestar y la experimentación con animales



EDITORES

CRISTHIAN ALBERTO CABRA MARTÍNEZ
JESÚS ALFREDO CORTÉS-VECINO

AUTORES

CARLOS ARTURO PALACIO ARIAS
PATRICIA BETANCOURTH CHAVES
GLORIA ELENA ESTRADA-CELY
ALBA LORENA LÓPEZ-RUIZ
DAVID FERNANDO BALAGUERA QUINCHE
JAVIER ARTURO VESGA CASTILLEJO
ANDRÉS LAUREANO BURGOS GUZMÁN

JEISON ALEJANDRO SIMBAQUEVA PEÑA
JHOAN SEBASTIÁN RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ
JUAN DAVID CÓRDOBA PARRA
MARÍA NELLY CAJIAO
MANUEL EDUARDO GÓNGORA-MEDINA
ALEJANDRO RAMÍREZ-HERNÁNDEZ
JESÚS ALFREDO CORTÉS-VECINO

Bioética, bienestar y la experimentación con animales

Bioética, bienestar y la experimentación con animales

AUTORES

CARLOS ARTURO PALACIO ARIAS
PATRICIA BETANCOURTH CHAVES
GLORIA ELENA ESTRADA-CELY
ALBA LORENA LÓPEZ-RUIZ
DAVID FERNANDO BALAGUERA QUINCHE
JAVIER ARTURO VESGA CASTILLEJO
ANDRÉS LAUREANO BURGOS GUZMÁN
JEISON ALEJANDRO SIMBAQUEVA PEÑA
JHOAN SEBASTIÁN RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ
JUAN DAVID CÓRDOBA PARRA
MARÍA NELLY CAJIAO
MANUEL EDUARDO GÓNGORA-MEDINA
ALEJANDRO RAMÍREZ-HERNÁNDEZ
JESÚS ALFREDO CORTÉS-VECINO

EDITORES

CRISTHIAN ALBERTO CABRA MARTÍNEZ
JESÚS ALFREDO CORTÉS-VECINO

MARZO DE 2021

Bioética, bienestar y la experimentación con animales

© Asociación de Facultades de Medicina Veterinaria y Zootecnia de Colombia - ASFAMEVEZ

Autores

Carlos Arturo Palacio Arias
Patricia Betancourth Chaves
Gloria Elena Estrada-Cely
Alba Lorena López-Ruiz
David Fernando Balaguera Quinche
Javier Arturo Vesga Castillejo
Andrés Laureano Burgos Guzmán
Jeison Alejandro Simbaqueva Peña
Jhoan Sebastián Rodríguez Rodríguez
Juan David Córdoba Parra
María Nelly Cajiao
Manuel Eduardo Góngora-Medina
Alejandro Ramírez-Hernández
Jesús Alfredo Cortés-Vecino

Editores

Cristhian Alberto Cabra Martínez y
Jesús Alfredo Cortés-Vecino

Primera edición, Bogotá 2021
100 ejemplares
ISBN: 978-958-53393-0-9

Corrección de estilo, diseño, diagramación e impresión

Charlie's Impresores Ltda.
charlies_impresores@yahoo.com

Fotografías

Unidad de Biología Comparativa, Universidad Javeriana (Capítulo 3)
Fundación Universitaria Agraria de Colombia (Capítulo 4)

Ilustración carátula

Luis Carlos Amaya Torres
luiscamayat@gmail.com

Reservados todos los derechos

Disponible en:

www.asfamevez.org

Impreso en Colombia
Printed in Colombia

Las ideas expuestas en este libro son responsabilidad exclusiva de los autores.

*A la Asociación de Facultades de Medicina Veterinaria y Zootecnia de Colombia,
ASFAMEVEZ y a su Junta Directiva por promover e incentivar la expresión
del conocimiento útil para los procesos académicos y de investigación, por parte
de los docentes de los programas o facultades miembros de este organismo.*

Contenido

Agradecimientos	7
Índice de Tablas	13
Índice de Imágenes	15
Presentación	17
Capítulo 1	19
ÉTICA, BIOÉTICA Y USO DE LOS ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN EN LA COLOMBIA DEL SIGLO XXI	19
RESUMEN	21
INTRODUCCIÓN	21
MORAL, ÉTICA, BIOÉTICA Y LEY	21
LA BIOÉTICA, SUS FORMAS Y PRINCIPIOS ORIENTADORES	25
ORIENTACIÓN FILOSÓFICA PARA LAS DISCUSIONES Y ANÁLISIS MACROBIOÉTICOS	26
El principlismo en la microbioética	26
El principlismo microbioético en la macrobioética	27
Bases biológicas para la justicia en la macrobioética	28
ORIENTACIÓN FILOSÓFICA PARA LAS DISCUSIONES Y ANÁLISIS MACROBIOÉTICOS	29
El concepto de necesidad	32
Lineamientos generales para el uso de animales como sujetos experimentales	34
CONCLUSIÓN	34
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

Capítulo 2	39
PROTOCOLOS DE EVALUACIÓN DEL BIENESTAR ANIMAL EN ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN, DISEÑO Y APLICACIÓN. GUÍAS DE CUIDADO Y MANEJO DE ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN	41
RESUMEN	41
INTRODUCCIÓN	41
FINALIDAD DEL USO DE ANIMALES EN EXPERIMENTACIÓN	42
LAS TRES R	42
VALORACIÓN DEL BIENESTAR	44
PROTOCOLOS DE SUPERVISIÓN	46
EVALUACIÓN DE INDICADORES EN ANIMALES DE LABORATORIO	49
EVALUACIÓN DE INDICADORES EN PEQUEÑOS MAMÍFEROS CON FINES DE EXPERIMENTACIÓN	50
SIGNOS DE DOLOR EN MAMÍFEROS PEQUEÑOS	52
ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS	54
ALIMENTACIÓN DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS	55
REQUERIMIENTOS FÍSICOS DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS	55
EVALUACIÓN DE INDICADORES EN PRIMATES CON FINES DE EXPERIMENTACIÓN	55
INDICADORES DE COMPORTAMIENTO DE MACACOS	56
COMPORTAMIENTOS ESTEREOTÍPICOS EN MACACOS	57
INDICADORES HEMODINÁMICOS EN MACACOS	58
INDICADORES DE SALUD DE MACACOS	59
Condición corporal en macacos	59
Alopecia en macacos	60
Signos de dolor en macacos	61
UTILIZACIÓN DE ANIMALES DE PRODUCCIÓN Y PEQUEÑOS MAMÍFEROS CON FINES DE EXPERIMENTACIÓN EN COLOMBIA	61
PROTOCOLOS DE ANALGESIA Y EUTANASIA PARA ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN	65
Métodos aceptados para practicar eutanasia	65
Dosis de CO ₂ recomendadas para eutanasia	66
PROTOCOLO DE TRABAJO PARA MANIPULAR ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN RECOMENDADO POR LA OIE	68
CONCLUSIONES	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

Capítulo 3	75
PROGRAMAS DE USO, CUIDADO Y COMITÉS DE ÉTICA, RELACIONADOS CON LOS ANIMALES USADOS EN INVESTIGACIÓN EN COLOMBIA	75
RESUMEN	77
INTRODUCCIÓN	77
PROGRAMAS DE CUIDADO Y USO DE ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN	78
Historia de los programas y su desarrollo en Colombia	78
Implementación de un Programa de Cuidado y Uso de Animales de Experimentación	79
Normativas y principios	79
Gestión del programa	80
Roles y responsabilidades	82
Supervisión	83
Ambientes, alojamiento y manejo	85
Atención veterinaria	88
Instalaciones y equipos	89
Salud y seguridad en el trabajo	92
COMITÉS DE ÉTICA RELACIONADOS CON EL USO DE ANIMALES EN INVESTIGACIÓN	92
Conformación general	92
Funciones de los comités de ética	94
Solicitudes de uso de animales para la investigación	96
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
Capítulo 4	101
EL USO DE LOS BIOMODELOS DIDÁCTICOS EN LAS CIENCIAS VETERINARIAS	101
RESUMEN	103
INTRODUCCIÓN	103
LOS BIOMODELOS DIDÁCTICOS EN FISIOLOGÍA	105
LOS BIOMODELOS DIDÁCTICOS EN ANATOMÍA	109
LOS BIOMODELOS DIDÁCTICOS EN CIRUGÍA	113
LOS BIOMODELOS DIDÁCTICOS EN PATOLOGÍA	118
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	120
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121

Capítulo 5	125
LOS CENTROS DE CONSERVACIÓN EX-SITU COMO INTERMEDIARIOS ENTRE EL BIENESTAR ANIMAL Y LA BIOÉTICA	125
RESUMEN	127
INTRODUCCIÓN	127
RELACIÓN CENTROS DE CONSERVACIÓN EX-SITU VS TRÁFICO DE FAUNA	128
EL COMERCIO DE ANIMALES SILVESTRES EN COLOMBIA	129
RELACIÓN HUMANO-ANIMAL ¿ES LA CAUSA DEL TRÁFICO ILEGAL?	132
¿QUÉ ES UN CENTRO DE CONSERVACIÓN EX-SITU?	133
LABORES DE LOS CENTROS DE CONSERVACIÓN EX-SITU: ZOOLOGICOS: FUNCIONES, CONTRIBUCIÓN Y PUNTOS DE INFLEXIÓN	134
CENTROS DE ATENCIÓN DE FAUNA: FUNCIONES Y CONTRIBUCIÓN	136
BIENESTAR EN CENTROS DE CONSERVACIÓN EX-SITU	137
REHABILITACIÓN DE FAUNA SILVESTRE: DEBER O PÉRDIDA DE ESFUERZOS	138
REINTRODUCCIÓN DE FAUNA EN BOSQUES: CONTRIBUCIÓN O EXTINCIÓN	139
ASPECTOS ÉTICOS EN EL MANEJO DE FAUNA	140
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	141
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	141

Índice de tablas

Tabla 1. Uso de algunas especies en experimentación	42
Tabla 2. Componentes de un estado de bienestar “ideal” y ejemplos de indicadores asociados.	45
Tabla 3. Indicadores conductuales, fisiológicos, bioquímicos de bienestar animal	47
Tabla 4. Protocolo de supervisión diaria de animales	48
Tabla 5. Calificación de algunos Indicadores en animales de laboratorio	49
Tabla 6. Parámetros fisiológicos normales en pequeños mamíferos con fines de experimentación	50
Tabla 7. Razones por las cuales se alteran los parámetros fisiológicos en mamíferos pequeños utilizados en experimentación	51
Tabla 8. Generalidades de manejo en mamíferos pequeños utilizados para experimentación	51
Tabla 9. Signos de dolor en mamíferos pequeños	54
Tabla 10. Alimentación de pequeños mamíferos	55
Tabla 11. Indicadores relacionados con problemas de en los macacos	56
Tabla 12. Comportamientos estereotípicos en macacos	57
Tabla 13. Parámetros hemodinámicos de macacos	58
Tabla 14. Condición corporal con base a la palpación e inspección visual en macacos	59
Tabla 15. Puntuación de alopecia en macacos	61
Tabla 16. Sistemas de evaluación de bienestar animal en animales de experimentación	64
Tabla 17. Vías de administración en pequeños mamíferos	67
Tabla 18. Dosis de analgésicos	67
Tabla 19. Ejemplo de un listado maestro de documentos que incluye procedimientos operativos estandarizados para las diferentes actividades del programa.	80
Tabla 20. Ejemplo de una lista de chequeo para la supervisión del PICUA	83
Tabla 21. Criterios de diseño y características de construcción que deben ser incluidas en el programa	90
Tabla 22. Rutas nacionales e internacionales de tráfico ilegal de fauna	130

Índice de Imágenes

Imagen 1. Escalas de valoración del dolor en ratas y ratones	53
Imagen 2. Ejemplo del esquema organizacional de un PICUA.	82
Imagen 3. Sistema de aislamiento social en conejos	86
Imagen 4. Componentes utilizados para la nidificación en ratones	86
Imagen 5. Uso de refugios y fuentes de heno en cobayos	87
Imagen 6. Uso de materiales para perchar (lifespan) en ratas	87
Imagen 7. Modelo didáctico que representa las proteínas de la contracción muscular y la formación de los puentes actina y miosina.	106
Imagen 8. Son modelos a escala construidos por los estudiantes para representar estructuras del organismo	107
Imagen 9. Biomodelo ¿la joroba de los dromedarios está llena de agua?	108
Imagen 10. Modelos didácticos de la fisiología del intercambio gaseoso.	109
Imagen 11. Imágenes del modelado 3D del sistema digestivo.	112
Imagen 12. Corte hecho con bisturí y tijeras de Metzenbaum simulando una enterotomía	116
Imagen 13. Materiales blancos y semitransparentes	117
Imagen 14. Prueba de permeabilidad	117
Imagen 15. Modelo tridimensional virtual que representa diferentes patologías intestinales simulando el comportamiento biológico del tejido	119

Presentación

El presente libro centra su temática en criterios de importancia para la Bioética: el bienestar y experimentación con animales, que pueden ser tenidos en cuenta o ser aplicados en la investigación, con el propósito de apoyar las decisiones tomadas por los comités de ética, para la experimentación con animales en investigaciones y trabajos académicos sometidos a evaluación ante estos organismos; así mismo, como referente para docentes y estudiantes que integren en sus procesos de enseñanza y aprendizaje la formación investigativa y la deontología.

El desarrollo de su contenido fue liderado por la Asociación de Facultades de Medicina Veterinaria y Zootecnia de Colombia, organismo de derecho privado, sin ánimo de lucro, creado y regido de conformidad con la Constitución Política y la Ley de Colombia, conformado por las Instituciones que de acuerdo con los estatutos hayan obtenido su vinculación. Está encargada de contribuir al aseguramiento de la calidad de la educación superior de Colombia, mediante programas de acompañamiento, estímulo y fortalecimiento académico de los programas de Medicina Veterinaria, Zootecnia y Medicina Veterinaria Zootecnia en aras de prestar un servicio educativo idóneo para atender las necesidades del sector pecuario.

El objetivo de este proceso es fortalecer las decisiones en materia de experimentación con animales con fines de investigación de los programas de Medicina Veterinaria, Medicina Veterinaria y Zootecnia y Zootecnia, para así consolidar las decisiones relacionadas con el fin de promover el bienestar de animales que estén vinculados a las actividades.

Hoy se puede considerar la importancia que tienen los temas relacionados con la experimentación con animales en el ámbito científico y académico. Su relevancia radica en que el uso de animales en la investigación tiene compromisos legales y un compromiso ético y moral, para salvaguardar su bienestar y causarles el menor sufrimiento posible, además de tener un impacto en el éxito y confiabilidad de los experimentos.

Los Comités de Ética y Bioética son organismos multidisciplinarios cuya función esencial es hacer frente a los dilemas éticos presentes en las propuestas, decisiones y acciones emanadas desde algunas profesiones, entre estas la medicina veterinaria. Sus integrantes deben velar por el correcto cumplimiento de normas y el respeto a las libertades inherentes al ser vivo cualquiera que este sea, buscando asegurar su bienestar mediante el cumplimiento de estándares éticos y metodológicos. Así mismo, su función pedagógi-

ca, permite compartir el conocimiento definidos desde la experiencia y la investigación. En este sentido, la Asociación ha tenido una preocupación permanente y un compromiso con la protección del medio ambiente, los derechos de las personas y las libertades de los animales. Esperamos que este libro se convierta en un material de utilidad, tanto para quienes se inician en el ámbito de la investigación, como para quienes buscan una aproximación más profunda al tema de la experimentación con animales. El libro aborda esta temática desde diversos enfoques, desde los que aportan en la definición y conceptualización

del bienestar animal, en sus aspectos filosóficos, en el desarrollo de una normativa sobre el uso de animales de experimentación, hasta los indicadores estadísticos disponibles en nuestro país sobre el tema.

Finalmente, esperamos que este texto contribuya al progreso de la investigación científica, en el marco de una actividad respetuosa de los derechos y normativas nacionales e internacionales, desarrollada por una comunidad científica y académica responsable para el desarrollo de la sociedad.

Capítulo 1

ÉTICA, BIOÉTICA Y USO DE LOS ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN EN LA COLOMBIA DEL SIGLO XXI

GLORIA ELENA ESTRADA-CELY¹

1 Médica Veterinaria Zootecnista. Esp. en Bioética, Esp. en Derecho Ambiental, Mg. en Bioética y PhD. en Bioética. Docente. Grupo de Investigación en Fauna Silvestre. Coordinadora Unidad de Apoyo Hogar de Paso para Fauna Silvestre. Centro de Investigación de la Biodiversidad Andino Amazónica -INBIANAM-. Líder del Grupo de Investigación de Fauna Silvestre, Universidad de la Amazonia..

RESUMEN

Este capítulo parte del desarrollo de una definición de los conceptos de *moral, ética, bioética y ley* y su respectiva diferenciación, de manera que presenta para la bioética sus principios orientadores y sus formas de concepción, estableciendo además la manera en que la misma aborda temas relacionados con el uso de animales y las bases biológicas, filosóficas, conceptuales y procedimientos requeridos para su adecuado análisis, particularmente en casos de experimentación o investigación; todo esto en el marco, principalmente político del contexto nacional actual.

Palabras clave: macrobioética, justicia, compasión, seres sintientes, humanismo.

INTRODUCCIÓN

Tanto en el campo de los adelantos tecnológicos y científicos, como en los demás campos del desarrollo humano, el uso de animales ha constituido un papel fundamental y decisorio, pese a que en la concepción general de las sociedades industrializadas este tipo de relaciones y dependencias con otras formas de vida se perciban de manera cada vez más indirecta. En la actualidad, quienes deben consumir medicamentos, emplear vacunas como mecanismo de prevención de enfermedades, utilizar equipos y tecnologías, par-

ticularmente en el campo de la biomedicina, e incluso, quienes consumen productos de origen animal, suelen obviar el hecho de haber requerido para su producción de un ser vivo, que además siente de manera similar a como lo hace el ser humano. Según Riechmann y Rincón (2015, pp. 216 - 237) en la actualidad se emplean como materia prima cuantitativamente más animales que nunca en la historia de la humanidad, incluido en este uso de los animales el campo de la experimentación para diferentes fines, sobre los que se ha establecido el énfasis de este documento.

Tal factor de uso y dependencia obliga en las personas, como seres racionales y reflexivos, el necesario y continuo análisis de las posturas éticas y bioéticas desarrolladas en torno a este tipo de relación, como mecanismo para la unificación de criterios sobre aquellos que pudieran orientar de la manera más efectiva y justa, la toma futura de decisiones en este campo, que permita garantizar la no necesaria limitación o condicionamiento a los lineamientos establecidos por la ley, sino como apropiación cultural, ética y moral.

MORAL, ÉTICA, BIOÉTICA Y LEY

El desarrollo del análisis en torno al uso de animales de experimentación en investigación y ensayos clínicos para desarrollo de productos nuevos en la industria, supone la necesidad de iniciar por

la clara identificación de los aspectos que constituyen la *moral*, la *ética*, la *bioética* y la *ley*. De manera general, podría indicarse, como lo señalan Estrada, Espinosa y Suaza (2018, p. 2), que la ética corresponde al conjunto de normas y principios concertados entre los pertenecientes a un determinado gremio y sobre los que se determina el correcto proceder para quienes lo conforman. Lo anterior supone entonces que cada gremio ha establecido su propio código ético, que en razón a que como los gremios deben adaptarse continuamente a las condiciones del medio en que se desarrollan, estos códigos éticos se modifican también con el paso del tiempo y las nuevas condiciones. El requisito de acuerdo común para la identificación y aceptación de cada lineamiento ético ha determinado la necesidad de particularidades por gremio, dada la imposibilidad de establecer al menos un solo lineamiento de lo correcto, que pudiera abarcar la multiplicidad de desarrollos culturales en los también múltiples contextos ambientales y económicos en que se han constituido las poblaciones humanas alrededor de la biosfera.

Lograr entender en contexto el alcance y función de la ética, se requiere reconocer efectivamente que la especie humana pertenece al reino animal y su estado de evolución y diferenciación actual se debió, en primera instancia, a su adaptación como bípedos terrestres, seguido del descubrimiento de la agricultura y la ganadería (domesticación de plantas y animales), gracias a lo cual abandonó el nomadismo y, como sedentario, pudo establecerse en un solo lugar contando con una mayor cantidad de tiempo libre y menos amenazas o riesgos, lo que le permitió concentrarse en el desarrollo de lenguajes complejos, técnicas y tecnologías, elaboración de instrumentos, etc., pero particularmente en procurar convivir en armonía, para lo cual debió darse inicio al desarrollo de acuerdos conjuntos, requiriendo para esto, en

muchos de los casos, un intento de dominio de lo instintual que reconocido genéricamente como la *primera naturaleza*, la del *Physis* (lo natura, lo físico) y el *Pathos* (del padecimiento y las pasiones), compartida por animales y humanos. Esta naturaleza no constituye un carácter diferenciador entre humanos y animales en la medida que apela a las condiciones biológicas y etológicas, básicas para la sobrevivencia, es decir, de carácter innato.

Los acuerdos entre los grupos de humanos constituyeron la base del desarrollo de la *segunda naturaleza*, la del *Ethos* (la ética), gracias a la cual el hombre logra diferenciarse de los animales. Como lo señala Valls (2015, p. 17), la categoría fundamental de la ética es el deber, establecida en contraposición a la consideración de la *physis* o naturaleza. El autor indica que la ética no se aplica necesariamente para todas las formas de actividad humana, sino exclusivamente para aquellas que se presenten como debidas, sirviendo ordinariamente como una forma para descalificar algunas conductas que impedirían una sana convivencia con los otros, es por esto que podría asumirse el deber ético como un deber social; es decir que la ética se encarga del estudio de las obligaciones o deberes que recaen sobre algunas de las acciones humanas exteriores, prohibiéndolas o mandándolas.

Belasco (2011, pp. 48 - 61), resalta a la "ética" y más específicamente a la "moral", como facultad humana que diferencia a la especie humana de las demás especies animales, pues afirma que el comportamiento ético o moral demanda un nivel de abstracción superior en la medida en que obliga a reflexionar sobre las consecuencias de determinados actos, sobre terceros; acción que resulta dudosa en su posibilidad de presentación en los animales no humanos, en razón, entre otros, a que requiere de la necesaria considera-

ción de la intención del otro, acompañada además de la posibilidad de transmisión cultural de estas reflexiones, estableciendo acuerdos comunes de diferenciación entre acciones correctas o incorrectas para lo que no solo se requieren conexiones neuronales que activan zonas recientemente evolucionadas en el cerebro humano, sino además la capacidad para guardar esta diferenciación en una parte de la memoria distinta de la que guarda los hechos. El autor propone el ejemplo de un perro, que luego de haber sido golpeado con un objeto, lo asociará con una sensación dolorosa, por lo que huiría cuando volviera a encontrarse con éste, lo cual podría constituir una forma de aprendizaje asociativo o por condicionamiento operante, sin embargo, la moral y la ética suponen una necesaria asociación, no con una sensación de placer o dolor, sino con un concepto simbólico de bondad o maldad, de la intencionalidad del acto y sus consecuencias, así entonces, para tal efecto, el perro debería haber analizado la intención de quien sujetara el objeto o las condiciones específicas por las que el contacto con el objeto le produjo dolor.

Dado que cada grupo humano o gremio, en atención a sus desarrollos particulares, construye su también particular código ético, Valls (2015) señala que es este *ethos* colectivo el que confiere a un grupo humano su coherencia y rostro diferenciador de los demás. Según Jaramillo (2013, p. 18), desde un análisis reflexivo de los postulados establecidos por el filósofo alemán Immanuel Kant, en su obra "*Lecciones de ética*", traducida al español en 1988 por Rodríguez y Roldán (1988) compuesta por los apuntes clases universitarias del filósofo, impartidas entre 1775 y 1781; la ética no sólo es aplicable a los humanos, sino que debe trascender el límite de la humanidad para cobijar también a los animales desde referentes de bondad y compasión. Como lo señala Rojas (2016, p. 7), la consideración kantiana de

los animales se establece desde la percepción del hombre como ser racional y sujeto o agente moral, y del animal como beneficiario de las acciones humanas, o paciente moral, que según De Fontenay (2007) son sujetos hacia los que se debe tener algún tipo de consideración moral; es decir, consideración de las acciones que tomen los agentes morales frente a estos. Sobre tal premisa, Reichmann y Rincón (2015, p. 233), indican que, aunque los animales no deban ni puedan ser concebidos como agentes morales, no supone esto que deban ser reducidos a su consideración como simples objetos sin significancia moral, pues toda forma de interacción humano – animal, acarrea necesarias reflexiones y problemas de tipo moral, que requieren su abordaje desde el principio fundamental de justicia, que implica la necesaria valoración de intereses, semejanzas y diferencias y que será abordado a profundidad más adelante en este escrito.

A pesar de que la ética determine lo correcto o incorrecto para un gremio, cada uno de quienes lo conforman cuenta con una particular forma de percibir el mundo y asumir cada situación, de forma tal que en muchos casos puede llegar a considerarse una acción buena como incorrecta; a esta desviación justificada de la ética se le conoce como Moral, relacionándose con las particulares de cada individuo. Según Marcos (2001), la moral se relaciona entonces con el albedrío y capacidad de decisión de cada individuo; es decir, un análisis de la bondad o maldad de un determinado acto, en primera persona.

Valls (2015) enfatiza la necesidad de evitar confundir el deber moral con el ético, dado que el moral se instala en la dimensión estrictamente personal e íntima del individuo (la conciencia), desde donde no sólo se consideran la aprobación o desaprobación social de las acciones externas, sino que aborda también las intenciones, propósitos y

deseos, que pueden incluso resultar contrarios a los deberes éticos establecidos para el gremio al que se encuentre vinculado (p. 18); para Stalsett (2005), la moral humana se orienta a la búsqueda de la conducta correcta según su propio criterio de bondad o maldad, mientras la ética, o la buena vida o la buena sociedad. Así pues, para gremios profesionales como el de los médicos veterinarios y médicos veterinarios zootecnistas, el que procedimientos quirúrgicos como la caudectomía (amputación de la cola) o la otectomía (amputación de las orejas), no hayan sido establecidos genéricamente como actos prohibidos o incorrectos es muestra de que cada profesional debe, desde su moralidad, evaluar las situaciones particulares en las que el procedimiento debe ser efectuado o no, bien sea con fines estéticos o clínicos.

Un caso más general podría observarse en el acto de quitarle la vida a otra persona, contemplado como delito en el código penal colombiano (Ley 599 del 2000) bajo el nombre de homicidio; sin embargo, dependiendo de las circunstancias, este podría ser clasificado como culposo, por ejemplo, en defensa propia; o doloso, con intención y sevicia; tipificaciones para las que se deben analizar los referentes morales del sujeto en esa situación y tiempo de manera particular. Esto supone entonces que, así como la ética requiere de un proceso de evolución y adaptación en la medida en que evolucione y se adapte el gremio que pretende regular o guiar, las variaciones morales resultan mucho más puntuales y mutables, en consideración a que cada situación particular, en un sujeto en un estadio específico de desarrollo, con una historia de vida propia e irrepetible, bajo condiciones particulares de estado fisiológico, anímico, social, económico, etc., supone la toma de una decisión reflexionada desde lo que él consideró bueno o malo en ese momento, a pesar de contar con lineamientos éticos generales que le habrían podido orientar sobre la decisión correc-

ta o incorrecta. Según Estrada, Ramón y Ganem (2017), en palabras de Mosterín (2003, p. 11): la moral debe necesariamente modificarse a lo largo del tiempo en función de los problemas afrontados por cada individuo, la nueva información y la evolución de los sentimientos, valores, metas e intereses.

En campos específicos de uso de los animales como sujetos experimentales, la moralidad del investigador para la toma de decisiones se encontrará especialmente mediada por su preparación científica, experiencia previa en el campo y pericia, por lo que, como punto de partida para la definición de desarrollo o no de un determinado experimento o ensayo, tales capacidades deben encontrarse previamente chequeadas y comprobadas.

Los grandes adelantos tecnológico y científicos desarrollados particularmente a partir de la Revolución Industrial, que transformaron el mundo, le permitieron al hombre la capacidad para manipular efectivamente la naturaleza, postergando la vida más allá de los límites establecidos para cada especie, con especial atención en el control de las principales dolencias que afectaban la sobrevivencia humana; y llegar incluso al punto de lograr ser creador de vida, como ocurrió con la oveja Dolly. Todas estas diferentes formas de manipulación e intentos de control del *bios*, hizo difusa la diferenciación entre lo natural y lo artificial, por lo que los códigos de ética de los diferentes gremios, como intentos de dominio del instinto, resultaron obsoletos frente a estas nuevas realidades que determinaron el surgimiento a una *tercera naturaleza*, la relacionada con las implicaciones y efectos de los desarrollos tecnológicos y científicos o la bioética. Según Estrada, Ramón y Ganem (2017), esta tercera naturaleza constituye el dominio de lo vivo por parte de los adelantos técnico-científicos logrados por el hombre, entendiéndose por tanto a la bioética como el refe-

rente de análisis ético de los dilemas surgidos en el marco de esta naturaleza.

Esta nueva naturaleza surge cuando ese otro en la ecuación ya no fue tan fácilmente clasificable como humano o animal, sino un híbrido de los dos, o cuando la definición de quitar la vida se complejizó en casos como, por ejemplo, el de desconectar el respirador artificial a un paciente con muerte cerebral y el dilema de si este acto constituye o no un homicidio; es decir, cuando el dilema ético generado por una situación particular se encuentra mediado o afectado por algún tipo de desarrollo científico y técnico.

Tanto para la histórica Ética como para la actual Bioética, el afianzamiento de sus acuerdos consuetudinarios, llevados a la normatividad, han constituido el deber legal o jurídico, que al presentarse por escrito es más estable, exacto y riguroso, que supone una comunidad organizada políticamente y con poder reconocido para crear leyes y hacerlas cumplir (Valls, 2015, p. 18). Lo anterior denota el particular carácter de los análisis éticos, y más específicamente de los bioéticos, como necesarios orientadores de la política pública, o más particularmente a la Biopolítica, que, según Estrada, Ramón y Ganem (2017), desde los referentes establecidos por Maldonado (2007), podría definirse como el estudio de las consecuencias sociales y políticas de la biotecnología, en contraste con la bioética como la ética de la Tecnociencia.

LA BIOÉTICA, SUS FORMAS Y PRINCIPIOS ORIENTADORES

Según el quizás más destacado de sus proponentes, el oncólogo norteamericano Van R. Potter (1971), la Bioética debe ser concebida como una ciencia de supervivencia de los seres humanos, que habría de servir de puente entre las ciencias biológicas y las humanidades (éticas), indispensa-

ble para generar una comunicación efectiva, sin la que se encontraría en grave riesgo el futuro de la humanidad. Su finalidad se ubicó muy cercana y en coherencia con la del desarrollo sostenible, que integra los desarrollos sociales, ambientales y económicos, para los que sus principales proponentes indicaron que de mantenerse las tendencias de crecimiento de la población mundial, industrialización, contaminación ambiental, producción de alimentos y agotamiento de los recursos, en poco años se alcanzaría el límite de crecimiento humano capaz de ser soportado por el planeta, del que se generaría como resultado un súbito e incontrolable descenso tanto de la población como de la capacidad industrial (Meadows, D. *et al.*, 1972).

Tal ha sido el grado complementariedad entre Bioética y Desarrollo sostenible, que diversos autores han coincidido en proponer una cuarta dimensión del desarrollo sostenible, además de la ambiental, social y económica: la dimensión cultural, implícita en la dimensión social, pero que implica un cambio del modelo de civilización dominante, de forma particular en lo referido a los patrones culturales de relación sociedad – naturaleza. Esta dimensión supone un claro diálogo con la bioética, como mecanismo efectivo de modulación cultural hacia patrones de relación sustentable y contextual para cada grupo humano en sus particularidades y en el tiempo (Escobero y Andrade, 2018).

Para el campo específico de Bioética, en razón a la multiplicidad de formas de vida para las que se requerirían particulares consideraciones, el mismo Potter propone la inclusión de nuevas disciplinas que permitieran orientar efectivamente, la manera de direccionar y mantener la calidad de vida de las generaciones futuras. Esta necesaria consideración de lo vivo, más allá de lo humano, generó el surgimiento de dos grandes líneas o

presentaciones de la Bioética; *la bioética deontológica, médica o microbioética*, principalmente encargada de orientar las relaciones intraespecíficas en el campo de las tecnociencias, es decir, del ser humano con sus congéneres igualmente humanos; y la de la *bioética ambiental, ecobioética o macrobioética*, que se encarga de las relaciones interespecíficas en el mismo contexto, es decir, del ser humano con las demás formas de vida con las que interactúa y a las que afecta de manera directa o indirecta (Estrada, 2017, p. 25).

Según importantes autores en el campo, como Hottos (2007, p. 21), esta última forma de presentación de la bioética, la Macrobioética, guarda mayor relación con la razón inicial de ser de la bioética, pues según el autor, el mismo Potter, desde sus primeras descripciones de la bioética, ilustró de entrada esta necesaria consideración de las demás formas de vida.

ORIENTACIÓN FILOSÓFICA PARA LAS DISCUSIONES Y ANÁLISIS MACROBIOÉTICOS

El principialismo en la microbioética

En el campo del desarrollo histórico de la bioética, dada la tendencia antropocista de las acciones humanas, se ha presentado una mayor consolidación de acuerdos en torno a la microbioética, algunos de los cuales han sido establecidos como principios éticos mínimos, universalmente aceptados para guiar la resolución de conflictos como los propuestos por Tom L. Beauchamp y James F. Childress (1999) inspirados en el informe Belmont y en los juicios de Nuremberg (Alemania), quienes postularon desde 1979, cuatro principios orientadores, en su obra "*Principles of biomedical ethics*"; que son: autonomía, no-maleficencia, beneficencia y justicia, considerando con *prima facie* los de no-maleficencia y justicia.

Brevemente los principios pueden ser descritos de la siguiente manera:

Autonomía: la palabra deriva del griego *autós* (propio) y *nomos* (regla, autoridad o ley), en síntesis, entendida como el poder de autogobernarse o capacidad para tomar decisiones propias. El principio consiste en respetar las decisiones de otros, sin embargo, para que la decisión sea válida el sujeto debe poseer dos características: ser libre, es decir, actuar independientemente de cualquier influencia; y ser agente, visto como tener la capacidad de actuar intencionadamente. La forma más clásica de valorar este principio en el campo de las ciencias humanas es mediante los consentimientos que pueden ser:

Expreso o informado (Primera persona).

Tácito o expresado pasivamente mediante la omisión (Segunda persona).

Presunto o basado en lo que se sabe del sujeto, sin que este se manifieste directamente (Tercera persona).

No maleficencia: este principio obliga a no hacer daño intencionadamente; totalmente distinto de la obligación de ayudar. El cumplimiento de la no maleficencia puede, en la mayoría de los casos, ser más estricto que el de la beneficencia.

Beneficencia: se refiere a una acción realizada en beneficio de otros, pero siempre contrapesando los beneficios y los inconvenientes para buscar el balance más favorable.

Justicia: definida como la constante voluntad de dar a cada quien lo que se ha merecido, establecido desde la igualdad, en la medida que todos los seres humanos deben ser considerados como iguales.

Si bien el principialismo no corresponde al único recurso con que actualmente se cuenta para orientar la toma de decisiones frente a este tipo de

dilemas, es quizás el más cercano al origen propio de la bioética, en su carácter pluralista (Hottois, 2007, pp. 46 - 47). Este principialismo tradicional ha sido duramente criticado por su carácter idealista tanto de dilemas como de tipo de personas involucradas en los mismos, por lo que las discusiones no han cesado en redescubrir y proponer nuevos principios que permitan abordar una mayor diversidad de dilemas, que para el caso de las relaciones interespecíficas, es decir, de la Macrobioética, han considerado, a propósito del uso de animales de experimentación, lineamientos como las tres erres (3R) formulados en la década en 1959 por los biólogos ingleses Russell y Burch (1959).

El principialismo microbioético en la macrobioética

Desde análisis como los desarrollados por Cely (2002 y 2007) y Estrada (2017), se debe partir de la *Justicia*, que, aunque en la microbioética sea entendida como la voluntad de dar cada quien lo que se merece, en la macrobioética se establece desde la diferenciación del otro como no humano, con particulares intereses, desde donde se pretende evitar la antropomorfización de los casos y sus posibles resoluciones. Según Estrada (2012, p. 15), el principio se aplica en la relación humano-animal como el deber de tratar a los iguales como iguales y a los desiguales como desiguales, según la doctrina propuesta por Singer (1999) que complementada con los planteamientos de Carruthers (1995) podría generalizarse ahora como igualdad en la consideración al respeto a los intereses (Estrada, 2011, p. 66).

Autores como el célebre John Rawls (1971) han invitado a su análisis con frases como:

Aquellos favorecidos por la naturaleza, cualquiera que sea, pueden ganar de su buena fortuna sólo en términos que mejoren la si-

tuación de aquellos que han salido perdiendo... La afirmación de poseer un hombre el superior carácter que le permite hacer el esfuerzo de cultivar sus habilidades es porque su carácter depende, en gran parte, de una familia afortunada y de circunstancias sociales sobre las que él no tiene ningún control... Nadie es merecedor por su mayor capacidad natural ni por sus méritos de un punto de partida más favorable en la sociedad (p. 104).

La No- maleficencia y la Beneficencia, que se analizan siempre de manera combinada, deben modificar su jerarquía para ubicar a la Beneficencia sobre la No-maleficencia, en razón al superior carácter del ser humano, como único racional, moral y ético, y, por tanto, su mayor responsabilidad sobre otras formas de vida. Cely (2002) determina a este reordenamiento de jerarquías como una superación del egoísmo ético y moral antrópico, que suele caracterizar a la especie.

Para finalizar, el principio de autonomía, que, en razón a su requerimiento de libertad y agencia o intencionalidad moral en los actos, no puede ser demandado, al menos desde las evidencias actuales, como una facultad animal o de cualquier otra forma de vida no humana, se convierte por tanto en el principio de *Heteronomía* entendido como la voluntad independiente de la razón, es decir, la aceptación de la capacidad de actuar de los animales, liberada de la razón humana. "Permitir a los animales comportarse como animales, aun cuando sus actos puedan no contar con justificantes dentro del raciocinio humano, siempre y cuando, este ejercicio de heteronomía no se sobreponga al libre desarrollo de la autonomía o afecte el bienestar humano" (Estrada, 2017, p. 58).

Al principialismo en la macrobioética, se le han adicionado principios necesarios para el adecuado abordaje de los diversos casos posibles, como

el principio de Compasión, concebido como la capacidad de ponerse en el lugar del animal y procurarle una mejor suerte, para el que según Pascual (2020) se trata de una experiencia vital con una fuerza tan poderosa que puede ser propuesto como la matriz de la ética; el de Precaución, en atención a corresponder el otro a una especie diferente de la humana, de cuya interacción podrían derivarse importantes riesgos ambientales, físicos, conductuales e infecciosos, entre otros; y los establecidos por las Tres erres (3R) (Russell y Burch, 1959) para la orientación particular de procesos de investigación con animales. Las 3R corresponden a:

Reemplazar: sustituir el uso absoluto de animales por modelos informáticos; o relativo, por animales de baja percepción al dolor.

Reducir: que el número de animales utilizados sea el menor posible. Esto especialmente relacionado con la confianza estadística en el tamaño de la muestra.

Refinar: minimizar la afectación sobre el bienestar de los animales, considerando particularmente su dolor y angustia.

Las consideraciones anteriores han permitido generar una mayor cautela y argumentos para la toma de decisiones relacionadas con el uso de animales y la consideración de su bienestar, sin que necesariamente se establezca su prohibición.

Tener en cuenta la mayor cantidad de consideraciones, principios y posturas, para los que además de los presentados en este escrito, podría analizarse también los muy acertadamente propuestos por Cardozo *et al.* (2007), constituye la base orientadora para la toma efectiva de decisiones consensuadas en el marco de los análisis y discusiones desarrolladas por los diferentes y variados

miembros que deben conformar los comités de ética (Estrada y Parra, 2016, p. 117).

Bases biológicas para la justicia en la macrobioética

El reino animal se encuentra compuesto por un sin número de familias, géneros y especies, con lo que se evidencia una amplia variedad de formas dentro de éste. Las especies son entendidas como el conjunto de especímenes que se parecen fenotípica, genotípica y conductualmente; se reproducen entre sí y producen crías viables; y los especímenes, a los animales vivos, muertos o sus derivados. Los híbridos son seres vivos producto del cruce de dos especies o subespecies, como la mula, que es un animal híbrido estéril, que resulta del cruce de la Yegua (*Equus ferus caballus*) y el Burro o Asno (*Equus africanus asinus*); o el Burdégano, que corresponde al también híbrido estéril, que resulta del cruce de un Caballo con una Burra.

En términos generales, la heterogeneidad observada en el reino animal, supone que no todos sus constituyentes son iguales, por lo que en la praxis relacionada con el uso de animales y en la legislación nacional colombiana, desde donde se destacan para este propósito el Decreto ley 2811 de 1974 "Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente" de la Presidencia de la República, la Ley 611 del 2000 del Congreso de la República "Por la cual se dictan normas para el manejo sostenible de especies de Fauna Silvestre y Acuática" y el Decreto 1076 del 2015, de la Presidencia de la República, "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible", se reconocen cuatro grandes grupos de animales, estos son:

Fauna silvestre: conjunto de especies que no han sido objeto de domesticación, mejoramiento

genético, cría y levante regular, o que han regresado a su estado salvaje, excluidos todos los peces y demás especies que cumplen el ciclo total de vida dentro del agua.

Fauna amansada: especímenes de especies silvestres que han sufrido un proceso de humanización, aprendizaje de comportamientos condicionados y reacciones manipuladas por quienes los mantienen cautivos.

Fauna doméstica: conjunto de especies que han sido producto de cría, levante regular, acostumbramiento y mejoramiento genético y que han sido usadas tradicionalmente por el hombre a través del tiempo.

Fauna feral: especímenes de especies doméstica que han sufrido un proceso de desacostumbramiento para la convivencia con la especie humana.

El claro entendimiento de estas bases biológicas de diferenciación facilitará el abordaje de las condiciones iniciales para el análisis de los casos, prestando particular atención, desde el principio de justicia, a las necesidades y dependencias de los seres humanos, que podrían, para, el caso de especímenes domésticos y amansados presentarse de manera similar, así como para la fauna silvestre y feral; pero desde valoración de requisitos biológicos generales, registran asociación para la fauna doméstica y feral, así como para la fauna silvestre y amansada; esta última consideración de asociación aplica también para el análisis de los referentes legales implicados, ya que para todo tipo de animal se debe garantizar su consideración como ser sintiente en el marco de lo establecido por la Ley 1774 de 2016 del Congreso de la República “Por medio de la cual se modifica el código civil, la Ley 84 de 1989, el código penal, el código de procedimiento penal y se dictan otras disposiciones” así mismo se establece que

su maltrato sea tipificado como delito en el Código Penal Colombiano; y define a los animales silvestres y amansados, como recursos naturales, cuyo aprovechamiento ilegal es también tipificado como un delito además de los referentes de uso establecidos por la Ley 84 de 1989 del Congreso de la República “Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Protección de los Animales y se crean unas contravenciones y se regula lo referente a su procedimiento y competencia”, con particular atención a lo establecido en su artículo 26, en que se indica la obligatoriedad de establecer, para todo experimento con animales vivos la conformación de un comité de ética.

ORIENTACIÓN FILOSÓFICA PARA LAS DISCUSIONES Y ANÁLISIS MACROBIOÉTICOS

Actualmente resulta posible documentar una gran variedad de posturas y lineamientos filosóficos que podrían orientar las discusiones y análisis de dilemas macrobioéticos, particularmente para formas de uso de los animales tan complejas y controvertidas como la experimentación para el desarrollo tecnológico y científico. El hecho de partir de la aceptación de uso de los animales supone de entrada una manifestación del utilitarismo, desde donde se justificaría este uso bajo la premisa de un mayor beneficio para el individuo usado, o para un número mayor. La acción de usar al otro, supone naturalmente que ese otro no es igual, de hecho, es en alguna medida inferior y por tanto puede ser usado, es por esto que según Belasco (2011, p. 84), los utilitaristas no reconocen la existencia de *derechos de los animales* en razón a que son otorgados por el hombre para sus iguales capaces de demandarlos y que pueden ser interpretados además como “un conjunto de obligaciones éticas independientes de la voluntad del legislador” (Belasco, 2011, p. 85), pero que además implican también, por parte del deman-

dante una obligación de respeto de estos mismos derechos en los otros, es decir, una condicionante de deber moral.

Aunque algunos seres humanos no poseen la capacidad para demandar sus derechos o cumplir sus deberes, como ocurre el caso de neonatos o personas con capacidades mentales limitadas, según Marcos (2010), desde los postulados del principio de la responsabilidad propuesto por Jonas, resulta posible la obtención de un instrumento filosófico que evitaría la proliferación descontrolada de nuevos sujetos de derecho, en la medida en que el autor en su libro "El principio de responsabilidad" logra desarrollar una clara teoría del valor intrínseco de los seres vivos, y su necesaria gradualidad. Tal gradualidad se establece en la base de la posibilidad de reclamar derechos y asumir deberes, que requiere según Seguró (2019), de un sistema social establecido y que sirven para comprender y mediar las relaciones humanas, regulando el comportamiento de sus integrantes, por encima del mandato biológico para el que se estuviera codificado, es decir, del instinto; el autor afirma que hasta la fecha, sobre esta posibilidad regulatoria, solo se cuentan evidencias de desarrollo en la especie humana, por lo que debería aceptarse que la cuestión de los *derechos* forma parte del universo cultural humano.

El autor dirime la cuestión de los niños y personas con capacidades reducidas a quienes incluso dentro de este universo cultural humano se les aplica un régimen diferenciado, al indicar que, para los primeros se debe considerar necesariamente su posibilidad de poder desarrollarse como personas (con sentido moral); y para los segundos, las importantes limitantes tanto científicas como legales, para indicar el grado en que la reducción de tales capacidades los exonera de responsabilidad; ambos casos de consideración aplicables únicamente para la especie humana.

Marcos (2010) indica que:

Incluir en el círculo de los iguales a los discapacitados es trazar correctamente el círculo de los iguales, pues los discapacitados en cierto sentido somos todos y esto no depende de ninguna consideración especista. Dicho de otro modo, no podemos pensar sólo la discapacidad desde la perspectiva individualista, sino también desde la perspectiva de la comunidad en que estamos integrados (y a la que, dicho sea de paso, obviamente solo pertenecen los seres humanos).

El autor soporta su planeamiento en lo presentado por Alasdair (2001), uno de los más importantes filósofos actuales del habla inglesa, para indicar una base filosófica sólida respecto a los derechos de todos los seres humanos y muy especialmente los discapacitados y dependientes, desde el reconocimiento de que las personas deben siempre considerar su posibilidad de haber sido o llegar a ser humanos dependientes, por lo que resulta necesaria su concepción como sujetos morales.

Según Siso (2003), MacIntyre establece las bases de la igualdad entre los seres a partir de tres tesis; la primera se refiere a la identidad de un ser humano, que sin ser necesariamente corpórea o animal, tampoco deja de serlo, es decir, a manera de ejemplo el autor señala que el comportamiento de un niño o un humano no racional, es similar al de los demás miembros racionales de su especie; la segunda, que las virtudes de la acción racional independiente (que diferencia al hombre de los animales y que pueden ser descritas como de independencia racional y dependencia reconocida), requieren como complemento del reconocimiento de la vulnerabilidad y la dependencia; y tercera, que para transmitir ambas clases de virtudes se requiere de la relación social y una concepción del bien común que trascienda

las que actualmente ofrece el Estado. Sobre lo mismo, Marcos (2010), señala que:

La tutela de los humanos discapacitados la ejercen normalmente sus padres o familiares y que, de un modo natural, se insertan en la comunidad a través de personas que velan por sus intereses. De hecho, nacen ya insertos en comunidades humanas.

El autor indica además que cuando se pretenda hacer referencia a los seres humanos en su conjunto, resulta más apropiado moralmente hablar de la *familia humana*, que, desligado de cualquier clasificación taxonómica, permite precisamente superar la polémica en torno a la noción de especie y de lo que diversos autores han denominado el especismo, al determinar de plano que la coespecificidad (o interespecificidad) no es una relación que conlleve necesariamente vínculos emotivos, sociales, afectivos o morales, mientras sí lo hace la pertenencia a una misma familia; término que de hecho fue acertadamente utilizado en el preámbulo de Declaración Universal de los Derechos Humanos de 1948 que cita: “Considerando que la libertad, la justicia y la paz en el mundo tienen por base el reconocimiento de la dignidad intrínseca y de los derechos iguales e inalienables de todos los miembros de la familia humana”.

Sobre esta misma línea argumentativa, Marcos (2001), precisa que, aunque resulte posible negar que los no humanos tengan derechos, su reconocido valor y relevancia moral supone necesariamente deberes para con ellos, que se vincularían aquí con el principio fundamental de la macrobioética, el de la justicia, como una forma de justicia en el respeto a los intereses, que según Estrada (2011) no reclama un tratamiento igual o idéntico para seres humanos y animales, sino una misma consideración de sus más relevantes intereses, de los que se podría definir su nivel de bien-

estar, entendido aquí como la satisfacción de las necesidades que le permiten a un individuo una adecuada adaptación y sobrevivencia.

Pelluchon (2015, p. 147), indica que lo necesariamente demandado para la protección de los animales, no corresponde a una modificación de su estatus jurídico (como agentes morales), pues cuando están domesticados o amansados, se encuentran protegidos por mecanismos legales en los que además de su condición de seres sintientes, se ejerce sobre ellos el derecho de propiedad; y para los silvestres, para quienes aplica igualmente su condición jurídica de seres sintientes, aplicaría, para el contexto nacional, su protección legal como recurso natural y particularmente para algunas especies, mecanismos excepcionales que consideran su riesgo de extinción. Es por esto que los mecanismos de uso no restringen su aprovechamiento, sino la forma en que la misma es desarrollada. Desde la postura del autor, el animal debe ser considerado como un ser vulnerable, en la medida en que requiere de un agente moral para la consideración y protección de sus intereses.

Es precisamente sobre el referente de los intereses que se deben analizar las condiciones de uso de los animales, pues como lo indica Francione (1999, p. 41) “a los animales no les importa si nos los comemos o no, pues no tiene interés alguno en sus vidas”, dado que, según Riechmann y Rincón (2015 p. 224), estos no tienen expectativas de futuro, siendo más bien fundamental para ellos, intereses como el de no sufrir, por lo que la ética y normatividad nacional no establecen prohibiciones de uso para casos como, por ejemplo, el de animales de abasto, pero sí, lineamientos específicos para evitar su dolor y sufrimiento durante el proceso de sacrificio; así, el acto de comer carne resulta moralmente cuestionable, en la medida en que se analiza la forma en que fue tratado el animal, y no por la acción específica de alimentar-

se del mismo. Para abordajes profesionales directamente vinculados con los animales, como el de la Medicina Veterinaria y la Medicina Veterinaria y Zootecnia, su código deontológico establecido como Ley (Ley 576 del 2000 del Congreso de la República “Por la cual se expide el Código de Ética para el ejercicio profesional de la Medicina Veterinaria, La Medicina Veterinaria y Zootecnia y la Zootecnia”), determina de entrada que estas son profesiones que tienen como fin promover una mejor calidad de vida para el hombre mediante la conservación de la salud animal, el incremento de las fuentes de alimento de origen animal, la protección de la salud pública, la protección del medio ambiente, la biodiversidad y el desarrollo de la industria pecuaria (Art. 1), desde donde Estrada, Espinosa y Suaza (2018), enfatizan que el fin último de las acciones de estos profesionales son los seres humanos, a quienes sirven mediante el adecuado y racional uso de los animales: compañía, diversión, terapia, conservación, producción, etc. (p.4), los mismos autores citan en su publicación a la Asociación de Veterinarios Españoles Especialistas en Pequeños Animales (2004), que en su obra “Veterinarios y el fin de la vida”, indican: “la victoria no es vencer a la muerte, ni siquiera, retrasarla al máximo al precio de un encarnizamiento terapéutico que nadie desea; la victoria consiste en vivir bien hasta el final, viviendo bien, sin sufrimiento ni dolor, el final” (p. 3), desde donde se ratifica lo planteado por Riechmann y Rincón.

El marco filosófico de referencia requerido para este tipo de abordajes, se podría establecer en lo que autores como Ulloa (2002), Marcos (2001) y De Fontenay (2007), han llamado de diferentes formas, entre las que se destacan: Antropocentrismo débil, Humanismo o Patocentrismo, cuyo punto de convergencia se establece en su preocupación por la vida en el futuro y calidad de vida para lo vivo (Estrada, Ramón y Ganem, 2017). Según Estrada (2007):

Proporcionan una base para la crítica de aquellos valores que pueden ser perjudiciales para el medio, a la vez que acepta preferencias emocionales no racionales, para lo cual se hace necesario que las comunidades logren ponerse de acuerdo en torno a una serie de consideraciones básicas que se deben respetar para todo lo viviente.

Para Marcos (2001), esta postura filosófica, definida por él como Humanismo, contempla el cuidado por el otro no humano sin que se excluya o limite su utilización para el bien humano, admitiendo que la relación del hombre con otros seres naturales puede tener carácter moral.

El concepto de necesidad

Para el caso de los animales el término *necesidad* podría utilizarse de manera análoga al de liberar de, estableciendo como referente general de valoración del bienestar, el grado de satisfacción de las “cinco libertades” propuesta en 1993 por El Concilio para el bienestar de los animales de Granja de Gran Bretaña - (FAWC, por sus siglas en inglés), ajustadas a los parámetros biológicos, psicológicos y etológicos básicos requeridos para conferir calidad de vida a las especies animales en los ámbitos de su desempeño cuando son domésticos, o en cautividad cuando son silvestres; estas son: libertad de hambre, sed y malnutrición, garantizando el acceso al agua y una dieta ajustada a la especie, que le permita mantener la salud; libertad de incomodidad, proveyendo un entorno apropiado que evite su sufrimiento físico; libertad de dolor, heridas y enfermedad, no sólo tratándolas sino evitándolas; libertad de miedo y angustia en distrés, facilitando condiciones que eviten el sufrimiento mental; y libertad de expresar su comportamiento natural (Estrada, 2008).

Estas libertades se encuentran actualmente integradas como parte del principio de bienestar animal, establecido en el literal b del Artículo 3 de la Ley 1774 de 2016, que indica que:

En el cuidado de los animales, el responsable o tenedor de ellos asegurará como mínimo:
1. Que no sufran hambre ni sed, 2. Que no sufran injustificadamente malestar físico ni dolor; 3. Que no les sean provocadas enfermedades por negligencia o descuido; 4. Que no sean sometidos a condiciones de miedo ni estrés; 5. Que puedan manifestar su comportamiento natural.

Para el caso de los seres humanos, el concepto de necesidad, amplio y ambiguo, se enfrenta al reto de establecer su clara definición y jerarquización, con el fin de poder satisfacer para todos, al menos aquellas que resultan indispensables para su adecuada adaptación al medio en condiciones dignas. Según Loperena (2003), las necesidades básicas corresponden a aquellas sobre las que existe consenso en que garantizan la dignidad de quien las tiene satisfechas, y que corresponden a: seguridad y libertad, alimentos y agua potable, vivienda, asistencia sanitaria, educación y democracia y participación; sometidas a una cierta variación temporal.

Sobre tal consideración, Max-Neef *et al.* (1994), reconocido economista, ambientalista y político chileno, en colaboración con Antonio Elizalde y Martín Hopenhayn, afirman la existencia de un error conceptual al no haber sido identificada claramente la diferencia entre necesidades humanas y satisfactores. Las necesidades son múltiples e interdependientes, pero, además, finitas e identificables, por lo que deben ser entendidas como un sistema de interrelación, interacción, simultaneidad, complementariedad y compensación, que pueden degradarse a partir de múltiples cri-

terios, recomendando específicamente la combinación de categorías existenciales y axiológicas. Los satisfactores por su parte, pueden ser muchos y variados, además de sinérgicos al poder satisfacer varias necesidades a la vez, así como una necesidad puede requerir de diversos satisfactores, así, a manera de ejemplo se indica que la alimentación o el abrigo no son en esencia necesidades humanas, sino satisfactores de la necesidad fundamental de subsistencia; de igual forma la prevención y manejo de enfermedades y los esquemas de salud, en general, son satisfactores de la necesidad de protección. Esto supone entonces que las necesidades humanas fundamentales son finitas, pocas y clasificables, iguales para todas las culturas en todos los periodos de tiempo, por lo que lo que se modifica a través del tiempo y de las culturas es la manera o los medios utilizados para su satisfacción, es decir, sus satisfactores.

Según lo propuesto por Abraham Maslow desde 1943, en su obra "A Theory of Human Motivation", desde la psicología se propone jerarquizar las necesidades humanas en Básicas, constituidas por satisfactores del orden fisiológico como la alimentación, la hidratación, evitar el dolor, etc.; de Seguridad y Protección, con satisfactores como vivienda, salud, transporte; Sociales con satisfactores como aceptación social, amigos, pareja, familia, etc.; de Reconocimiento con satisfactores directamente vinculados con el autoestima del sujeto; y de Autorrealización relacionada como referentes de motivación individual y crecimiento (Acosta, 2012).

En el marco de las discusiones macrobioéticas es fundamental, identificar con claridad las necesidades básicas y establecer límites para sus satisfactores, con relación principalmente a su grado de dependencia o afectación del ambiente.

Lineamientos generales para el uso de animales como sujetos experimentales

Desde la argumentación presentada en el documento resulta claro que, en las actuales sociedades industrializadas, en mayor o menor medida, la reflexión sobre el uso de los animales constituye un campo de la macrobioética, en razón a que se encuentran necesariamente mediadas por adelantos tecnológicos o científicos. Para el particular análisis de los animales como sujetos experimentales, es, *prima facie*, establecer claridad respecto a su finalidad, en consideración específica a la correspondencia de la necesidad humana o animal que se estaría favoreciendo con el satisfactor producto de la experimentación o ensayo, que, desde el humanismo, jerarquiza como prioritarias las necesidades humanas directamente vinculadas con estados de dignidad, es decir, las básicas.

Lo anteriormente planteado constituye un primer condicionante para el desarrollo de experimentaciones o ensayos en los que se comprometa la vida o bienestar de los animales, para el desarrollo de satisfactores antrópicos relacionados con necesidades no directamente vinculadas con la dignidad humana, como por ejemplo de reconocimiento o autorrealización, fundamento desde donde se han prohibido por ejemplo el uso de animales silvestres en espectáculos de circos fijos e itinerantes (Ley 1638 del 2013 del Congreso de la República), y desde donde se celebró con júbilo la reciente aprobación en último debate del Senado de la República, del proyecto de ley que prohíbe la fabricación, exportación, importación y comercialización de cualquier producto cosmético que haya sido probado con animales (Sema-na Sostenible, 2020; El Tiempo, 2020).

Superada esta primera condición, la propuesta para el desarrollo de la investigación deberá ser analizada a la luz de las 3R, para las que, en la R

final, de refinar, deben ser consideradas para cada uno de los especímenes involucrados, tanto las cinco libertades del bienestar animal, como las condiciones de uso desde los 4 principios orientadores de la macrobioética.

CONCLUSIÓN

Actualmente en Colombia, los análisis bioéticos en el uso de animales se ubican en la Macrobioética, cuya discusión debe encontrarse adecuadamente orientada, en el abordaje de sus cuatro principios orientadores, por la corriente filosófica del humanismo.

Para el caso particular de animales como sujetos experimentales en la industria no cosmética, cada una de las propuestas deben ser analizadas primero desde las jerarquías de las necesidades de las especies involucradas, los lineamientos de reemplazar, reducir y refinar el uso de especímenes, las cinco libertades y los cuatro principios orientadores de la macrobioética.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alasdair, M. (2001). *Animales racionales y dependientes*. Paidós, Barcelona. 204 p.
- Acosta, K. (2012). *La Pirámide de Maslow*. Escuela de Organización Industrial - OIE. 24 de mayo. <https://cutt.ly/vsq3vZ2>
- Asociación de Veterinarios Españoles Especialistas en Pequeños Animales - AVEPA (2004) *Veterinarios y el fin de la vida*. 37 p.
- Belasco, A. (2011). *Ética y bienestar animal*. Madrid: Akal. 155 p.
- Beauchamp, T. y Childress, J. (1999). *Principios de Ética Biomédica*. España: Masson. S.A, 522 p.
- Carruthers, P. (1995). *La cuestión de los animales – teoría de la moral aplicada*. Gran Bretaña: Cambridge University press. 1995. 246 p.

- Cardozo, C., De Osorio, A., Martínez, C., Rodríguez, E. y Lolas, F. (2007). *El Animal como sujeto experimental, aspectos técnicos y éticos*. Chile: Universidad de Chile, Centro Interdisciplinarios de estudios en Bioética, CIEB. 2007. 288 p.
- Cely, G. (2002). *El horizonte bioético de las ciencias: Reflexiones para elaborar una ecoética*. Bogotá: Fundación Cultural Javeriana, 419 p.
- Cely, G. (2007). *Bioética Global*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. 504 p.
- De Fontenay, E. (2007) “¿Tienen derechos los animales?” En: Bienestar animal. ISBN: 978-84-200-1136-3. España: Acribia. 268 p.
- Decreto Ley 2811. Presidencia de la República de Colombia. (1975). “Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente”. 18 de diciembre de 1974. Diario Oficial No 34.243, del 27 de enero de 1975.
- Decreto 1076. Presidencia de la República de Colombia. (2015). “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”. 26 de Mayo de 2015. Diario oficial No.49523, del 26 de mayo de 2015.
- Declaración Universal de los Derechos Humanos. (1948). Recuperado de <https://cutt.ly/3a6DeOj>
- Estrada, G. (2008). *Bienestar animal – Compendio* – Universidad de la Amazonía. 2008. ISBN 978-958-8286-86-3. 132 p.
- Estrada, G. (2011). *Bienestar en Saimiri sciureus (Monos ardilla) sometidos a cautiverio, como problema bioético*. (Tesis de Doctorado en Bioética). Dirigida por: Cadena, Luis. Doctorado en Bioética. Bogotá. Universidad el Bosque. 125 p.
- Estrada, G. (2012). Bioética y bienestar de monos ardilla en cautiverio. En: *Revista Colombiana de Bioética*, Volumen 7 No. 1 enero – junio. Universidad El Bosque, Pp 8- 33.
- Estrada, G. y Parra, J. (2016) Las implicaciones éticas y bioéticas en la investigación científica. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, Volumen 1 No. 2 mayo – Agosto. Pp. 115 – 118.
- Estrada, G., Ramón, L. y Ganem, N. (2017). Metodología bioética para la toma de decisiones en fauna silvestre sometida a cautiverio. *Revista Colombiana de Bioética*, Universidad El Bosque. Vol. 12, núm. 2, DOI: <https://doi.org/10.18270/rcb.v12i2.2051>
- Estrada, G. (2017). *Discusiones bioéticas entre primates: un análisis del impacto del humano en el mono*. Bogotá: Universidad El Bosque, Departamento de Bioética. Colección Bios y Oikos; Vol. 16. 94 p. ISBN 978-958-739-108-4 (Impreso) / ISBN 978-958-739-109-1 (Digital).
- Estrada, G., Espinosa, C. y Suaza, C. (2018). Análisis del marco ético legal de la eutanasia veterinaria en Colombia. *Revista Electrónica Redvet*. Volumen 19, No. 7, Julio, ISSN 1695-7504.
- Escobero, G. y Andrade, M. (2013). *Desarrollo sustentable: estrategia en las empresas para un futuro mejor*. México: Alfaomega. 381 p.
- El Tiempo. Aprueban proyecto que prohíbe pruebas cosméticas en animales. 11 de junio. <https://cutt.ly/csq8ovy>
- Francisone, G. (1999). *El error de Bentham (y el de Singer): Teorema XVIII/3*. Pp. 39-60.
- Hottois, G. (2007) *¿Qué es la Bioética?* Bogotá: Universidad el Bosque. p. 21.
- Jaramillo, M. (2013). *La revolución de los animales no-humanos: su lugar en el derecho*. Facultad de Derecho y Ciencias Políticas. Medellín: Universidad de Antioquia. 155 p.
- Ley 84. Congreso de la República de Colombia (1989). “Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Protección de los Animales y se crean unas contravenciones y se regula lo referente a su procedimiento y competencia”. 27 de di-

- ciembre de 1989. Diario Oficial No. 39120, del 27 de diciembre de 1989.
- Ley 599. Congreso de la República de Colombia. (2000). "Por la cual se expide el Código Penal". 24 de Julio de 2000. Diario Oficial No. 44.097 de 24 de julio del 2000.
- Ley 611. Congreso de la República de Colombia. (2000). "Por la cual se dictan normas para el manejo sostenible de especies de Fauna Silvestre y Acuática". 17 de julio de 2000. Diario Oficial No. 44.144, del 29 de agosto de 2000.
- Ley 576. Congreso de la República de Colombia. (2000). "Por la cual se expide el Código de Ética para el ejercicio profesional de la Medicina Veterinaria, La Medicina Veterinaria y Zootecnia y la Zootecnia". 15 de febrero del 2000. Diario Oficial No 43.897, del 17 de febrero de 2000.
- Ley 1638. Congreso de la República de Colombia. (2013). "Por medio de la cual se prohíbe el uso de animales silvestres, ya sean nativos o exóticos, en circos fijos e itinerantes". 27 de junio de 2013. Diario Oficial No. 48.834, del 27 de junio de 2013.
- Ley 1774. Congreso de la República de Colombia. (2016). "Por medio de la cual se modifica el código civil, la Ley 4 de 1989, el código penal, el código de procedimiento y se dictan otras disposiciones". 6 de enero de 2016. Diario Oficial No. 49.747 del 6 de enero de 2016.
- Loperena, D. (2003). Hacia un concepto útil de desarrollo sostenible. *Revista Ambiente y Derecho*. España. Vol. 1, pp.33-45.
- Marcos, A. (2010). *Naturaleza humana y derechos de los animales*. Curso de verano de la Universidad de Málaga Ronda, Málaga, 12-16 de julio de 2010. <https://cutt.ly/Ma0qSCK>
- Marcos, A. (2001). *Ética ambiental*. Valladolid: Universidad de Valladolid, secretaría de publicaciones e intercambio editorial. II edición. 165 p.
- Mosterín, J. (2003). Prólogo. En De Lora, P. *Justicia para los animales*. Madrid: Alianza. 344 p.
- Maldonado, C. (2007). Bioética, biopolítica, biode-recho y bieconomía. pp. 43-63. En: Bernal, Manuel. (comp.) *Octavo seminario internacional: Bioética y Biojurídica*. Tunja: Uniboyacá.
- Max-neef, M., Elizalde, A. y Hopenhayn, M. (1994). *Desarrollo a escala humana*. Barcelona: Icaria Editorial, S.A. 148 p. ISBN: 84-7426-217.
- Meadows, D., et al. (1972) *Los límites del crecimiento*. Fondo de Cultura Económica. 255 p.
- Potter, Van R. (1971) *Bioethics, Bridge to the Future*. Englewood cliffs - New Jersey: Prentice-hall, pp. 1 – 195.
- Pascual, J. (2020). *El principio de compasión*. EU: PPC. 334 p.
- Pelluchon, C. (2015). *Elementos para una ética de la vulnerabilidad: los hombres, los animales, la naturaleza*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana y Universidad el Bosque. ISBN. 978-958-716-738-2. 299 p.
- Riechmann, J. y Rincón, E. (2015). La experimentación con animales. Pp. 216 – 258. En: Casado, M. (Editor). *Bioética, Derecho y sociedad*. Madrid: Trotta. 286 p.
- Rodríguez, R. y Roldán, C. (traductores) (1988). *Kant, Immanuel. Lecciones de ética*. Barcelona: Crítica. 310 p.
- Rawls, J. (1971). *A Theory of Justice*. The Belknap Press of Harvard University Press. 560 p.
- Russell, W. y Burch, R. (1959) *The Principles of Humane Experimental Technique*. London: Matheun & Co. Ltda. 235 p.
- Siso, A. (2003). Animales racionales y dependientes. Por qué los seres humanos necesitamos las virtudes. *Revista Empresa y humanismo*. Vol. VI, No 1, pp. 227-232. <https://cutt.ly/Ka0e-VWk>
- Singer, P. (1999). *Liberación animal*. Madrid: Trotta. 334 p.
- Stalsett, S. (2005). *Vulnerabilidad, dignidad y justicia, valores éticos fundamentales en un mundo globalizado*. Pp. 43 - 56 En: Kliksberg, B. (comp.). *La agenda ética pendiente de Amé-*

- rica Latina: Combate global contra la pobreza. Banco Interamericano para el desarrollo. 361 p.
- Seguró, M. (2019). *La paradoja animalista*. Recuperado de <https://cutt.ly/5a0vopy>
- Semana Sostenible. (2020). *Animales ya no serán el conejillo de indias de la industria en Colombia*. 12 de junio. Recuperado de <https://cutt.ly/Asq3Mr6>
- Ulloa, A. (2002). Pensando verde: el surgimiento y desarrollo de la conciencia ambiental global. En Palacio, G. & Ulloa, A. (Editores) *Repensando la Naturaleza*. Leticia: Universidad Nacional Sede Leticia.
- Valls, R. (2015) Ética para la bioética. Pp. 15 – 46. En: Casado, María (Editor). *Bioética, Derecho y sociedad*. Madrid: Trotta. 286 p.

Capítulo 2

PROTOSCOLOS DE EVALUACIÓN DEL BIENESTAR ANIMAL EN ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN, DISEÑO Y APLICACIÓN. GUÍAS DE CUIDADO Y MANEJO DE ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN

CARLOS ARTURO PALACIO ARIAS¹
PATRICIA BETANCOURTH CHAVES²

-
- 1 Médico Veterinario, Especialista en Ciencias y Tecnología de los Alimentos, Candidato a Maestría en Ciencias Veterinarias, Inspector del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos INVIMA, Evaluador de Bienestar Animal en animales destinados a sacrificio.
 - 2 Médica Veterinaria, Especialista en Sanidad Animal, Magister en Ciencias Veterinarias, docente Institución Universitaria Visión de las Américas.

Cada especie animal tiene características propias que pueden convertirse en criterios de elección para el investigador; el conocimiento detallado de cada una de estas cualidades, es uno de los pilares fundamentales para dar una respuesta acertada a la pregunta de investigación.

Carlos Arturo Palacio Arias

RESUMEN

En este capítulo se recopila información importante de aspectos relevantes sobre indicadores y valoración general del bienestar animal en algunas de las principales especies animales utilizadas en experimentación. Cabe anotar que en Colombia la investigación en su gran mayoría se origina a partir de la academia y sus centros de investigación, los cuales han permitido que se tengan investigaciones importantes a partir del uso de animales con resultados de gran impacto nacional e internacional, principalmente a partir de la utilización de pequeños mamíferos y la experimentación en animales domésticos en las prácticas académicas de los centros de educación. El presente capítulo presenta algunas estrategias de identificación para la valoración del bienestar animal, al igual que sintetiza una parte del conocimiento general sobre el uso de las especies más comúnmente utilizadas en la experimentación animal, enfocándose en una revisión de parámetros, y herramientas que ayudarán en la implementación de procedimientos de medición y manejo, con el objetivo de asegurar el bienestar animal.

Palabras clave: Distrés, experimentación, indicadores, investigación, protocolos.

INTRODUCCIÓN

Aunque cualquier especie puede ser utilizada en la experimentación animal -desde la *Drosophila melanogaster* hasta el hombre – la legislación que regula la experimentación animal sólo considera generalmente la protección de los vertebrados como animales empleados con fines científicos. Idealmente, los animales utilizados en la experimentación deben ser criados específicamente para este fin en establecimientos autorizados (animalarios, bioterios, estabularios o unidades de producción y/o experimentación animal). Éstos, suministran los individuos a los investigadores y/o mantienen los animales en fase experimental, asesorando a otros centros productores o a los usuarios, en las fases pre/post-experimental (Boada *et al.*, 2011).

Cualquier cambio en las condiciones de sanidad, bienestar, nutrición, albergue, y en general cualquier condición que pueda afectar de alguna manera los individuos de experimentación, es de preocupación del investigador, pues cualquier variación puede afectar finalmente los resultados del trabajo. La OIE destaca la necesidad de un tratamiento humano para los animales y subraya que la buena calidad de las investigaciones depende del bienestar animal (OIE, 2013).

FINALIDAD DEL USO DE ANIMALES EN EXPERIMENTACIÓN

La experimentación con animales ha permitido al ser humano acelerar de manera exponencial su desarrollo tecnológico y científico desde hace siglos, especialmente en lo referente al campo biológico y médico, donde la realización de es-

tudios en modelos animales ha permitido no solo comprender mejor su comportamiento y fisiología, sino también extrapolar muchos de los resultados a las ciencias biomédicas en general, contribuyendo así, a mejorar tanto el bienestar humano como el de los animales. A continuación, en la tabla 1 se describe de forma general el uso de algunas especies en experimentación:

Tabla 1. Uso de algunas especies en experimentación

Especie de animal Utilizada en Experimentación	Algunas finalidades de uso
Rata (<i>Rattus norvegicus</i>)	Es el más usado en fisiología toxicológica, farmacología, inmunología, su tamaño facilita técnicas de microcirugía.
Cobayo (<i>Cavia porcellus</i>)	Utilizado en la producción de sueros, vacunas, estudio de enfermedades infecciosas, estudio del oído, ácido fólico y vitamina C.
Hámster (<i>Mesocricetus auratus</i>)	Estudio de reproducción, teratogénesis, leptospirosis, leishmaniasis, infecciones virales, estudios de hipotermia.
Jerbo (<i>Meriones unguiculatus</i>)	Nutrición: raciones, metabolismo lipídico, equilibrio hídrico. Estudios de arterioesclerosis, regulación térmica y epilepsia. Medicina comparada.
Conejo (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	Inmunología: obtención de anticuerpos. Toxicología: evaluación muscular y ocular. Reproducción: anticonceptivos, embriología y teratología. Farmacología: cardiovascular (ateromatosis).
Primates	Investigaciones neurodegenerativas, y su uso es exclusivo si no se cuentan con otro animal que pueda sustituir la investigación.
Cerdos (<i>Sus scrofa domesticus</i>)	Investigación quirúrgica, trasplantes de órganos (corazón, páncreas, riñón, hígado), su piel ha sido ampliamente estudiada en ensayos de cirugía plástica reconstructiva.
Ovejas (<i>Ovis aries</i>)	Experimentación biomédica comparada.

Fuente: (Cardozo et al., 2007)

LAS TRES Rs

El debate en torno al uso de animales en experimentación por parte de grupos a favor de los derechos de los animales, las nuevas consideraciones éticas y legales, han generado una necesidad cada vez más apremiante de buscar nuevos modelos relacionados con la conveniencia del

uso de animales. De esta manera, la principal responsabilidad del investigador que ha agotado los recursos alternativos en búsqueda de dar respuesta a su pregunta de investigación, y que se vea obligado a utilizar animales en su experimento, es trabajar con el mayor respeto evitando

el dolor y el sufrimiento, y reduciendo al mínimo la cantidad de individuos.

En 1959 William Russell y Rex Burch publicaron “Los principios de las técnicas experimentales humanitarias”, conocido como “Principio de las 3Rs” (Russell, 1995). La OIE en su código de animales terrestres expone de forma clara cada una de las “Rs”, y dichas definiciones han sido aceptadas mundialmente:

1. Reemplazo, es decir, empleo de métodos que utilizan células, tejidos u órganos de *animales* (reemplazo relativo), además de aquellos que no requieren el uso de *animales* para alcanzar los objetivos científicos (reemplazo absoluto).
2. Reducción, es decir, métodos que permitan a los investigadores obtener niveles comparables de información a partir de un menor número de *animales* u obtener más información a partir del mismo número de *animales*.
3. Refinamiento, es decir, métodos para prevenir, aliviar o reducir al mínimo cualquier dolor, angustia, malestar o daños duraderos, conocidos y eventuales, y/o mejorar el *bienestar* de los *animales* utilizados. El refinamiento implica la selección apropiada de las especies pertinentes con un grado menor de complejidad estructural y funcional en su sistema nervioso y una menor capacidad aparente de experiencias derivadas de esta complejidad. Las posibilidades de refinamiento deberán considerarse e implementarse durante toda la vida del *animal* e incluyen, por ejemplo, estabulación, transporte y eutanasia. (OIE, 2013).

En sus inicios el concepto de las 3Rs no fue considerado con la suficiente seriedad, pero en las últimas décadas se ha fortalecido al punto que hoy es la base del correcto trabajo con animales de experimentación.

Diferentes actores de la sociedad como la ciencia, la política y la industria, se han comprometido con las 3Rs, las que se ha convertido en un pacto entre quienes luchan porque los experimentos con animales desaparezcan, y la industria que sigue necesitando de ellos. La aplicación del principio de las 3Rs indujo a nivel internacional un cambio en el enfoque experimental para la investigación de la toxicidad de sustancias con posible impacto en la salud humana o animal, proporcionando una estrategia para minimizar el uso y el sufrimiento de los animales de experimentación, sin comprometer la calidad del trabajo científico. Una prueba de este hecho es que los experimentos con animales disminuyeron en aproximadamente dos tercios desde su punto máximo, reportado a mediados de los años setenta (Hartung, 2017).

Russell y Burch en 1959, reconocieron que el desarrollo de métodos de reemplazo era parte de la evolución normal de la metodología científica, a menudo debido a obstáculos insuperables en el uso de modelos animales, citando, en particular, el caso de la introducción de técnicas de cultivo de tejidos en la virología animal. La extensión sistemática y racional del reemplazo como el uso de cultivos de tejidos como un puente entre el reemplazo absoluto y relativo, daría como resultado una mayor humanidad y una mejor ciencia, viendo esta como una actividad científica respetable y loable por derecho propio (Balls, 1994).

Para la reducción, es esencial que los estudios con animales se diseñen y analicen adecuadamente para garantizar hallazgos robustos y reproducibles. La reducción también incluye métodos que permiten maximizar la información recopilada por animal en un experimento para reducir el uso de animales adicionales. Ejemplos de esto incluyen el uso de algunas modalidades de imágenes que permiten tomar mediciones longitudinales en el mismo animal (en lugar de, por ejemplo, sacrificar cohortes de animales en puntos de tiempo específicos) o micromuestreo de sangre, donde pequeños volúmenes permiten

repetir el muestreo en el mismo animal. En estos escenarios, es importante asegurarse que la reducción del número de animales utilizados se equilibre con cualquier sufrimiento adicional que pueda ser causado por su uso repetido. Compartir datos y recursos (por ejemplo, animales, tejidos y equipos) entre grupos de investigación y organizaciones también puede contribuir a la reducción (National Centre for the Replacement Refinement y Reduction of Animal Research, 2020).

El refinamiento incluye todos los procedimientos para minimizar y eliminar el dolor, así como todos los métodos de enriquecimiento para asegurar el bienestar animal (Craver, 1994). Algunos de las actividades que pueden ayudar al refinamiento en la experimentación animal, incluyen: garantizar que los animales reciban un alojamiento que permita la expresión de comportamientos específicos de la especie, el uso de anestesia y analgesia apropiadas para minimizar el dolor, y entrenar a los animales para que cooperen con los procedimientos para minimizar cualquier angustia. La evidencia sugiere que el dolor y el sufrimiento pueden alterar el comportamiento, la fisiología y la inmunología de un animal. Tales cambios pueden conducir a incrementar la variabilidad de los resultados experimentales que perjudican tanto la confiabilidad como la repetibilidad de los estudios, haciendo necesario el uso de grupos más grandes (National Centre for the Replacement Refinement y Reduction of Animal Research, 2020).

En todos los casos se debe hacer lo posible para minimizar el daño innecesario, pues en los animales donde se generen problemas de bienestar, su fisiología, su estado inmune y su comportamiento se ve alterado. Esto puede conducir a conclusiones poco confiables y / o variaciones no deseadas en la producción científica, afectando tanto la confiabilidad como la repetibilidad de los experimentos (Prescott y Lidster, 2017).

VALORACIÓN DEL BIENESTAR

Como parte del principio de Refinamiento, todo investigador tiene la responsabilidad moral, y legal en algunos países, de aliviar sufrimiento y dolor innecesario en los animales de experimentación (Monamy, 2009). Si se quiere lograr una reducción efectiva del sufrimiento animal, el sufrimiento debe detectarse lo más rápido posible para que se puedan tomar las medidas apropiadas, como proporcionar analgesia, aplicar un criterio de valoración humano, revisar la cría y enriquecer, o sacrificar al animal (Hawkins *et al.*, 2011).

¿Cómo se siente un animal? Debe ser la pregunta clave en la evaluación del bienestar, y a la cual, mediante la medición de diferentes parámetros, nos acercaremos de manera objetiva a dar respuesta. Aunque las respuestas conductuales y fisiológicas, como los niveles de cortisol / corticosterona o la frecuencia cardíaca, son buenas medidas de excitación emocional y se usan ampliamente como indicadores de bienestar, pueden carecer de valor, pues tanto en estados negativos, como el miedo, como en estados positivos, como el placer, se pueden encontrar las mismas respuestas independientemente de la emoción subyacente del animal. (Prescott y Lidster, 2017). Por eso la mejor manera de acercarnos a realizar una evaluación del bienestar animal, es conociendo detalladamente las características propias de cada proyecto, principalmente lo relacionado con los objetivos y metodología, el tipo de establecimiento en donde se realizarán las pruebas la evaluación, las prácticas de manejo particulares, la naturaleza de la investigación o las pruebas, y las especies y el número de animales involucrados. Sin embargo, se han reconocido algunos principios fundamentales que podrían ayudar al investigador a crear su propio esquema de evaluación del bienestar durante su experimento:

Conformación de un equipo de trabajo: se debe crear un grupo de trabajo capacitado con gran va-

riedad de roles y experiencia, éste debería permitir que se otorgue la debida prioridad al bienestar animal, al tiempo que se tienen en cuenta los requisitos científicos y los recursos disponibles para el monitoreo de los animales. Algunas de las habilidades necesarias en este equipo deben estar enfocadas en aspectos como: reconocer el comportamiento normal del animal, situaciones que afecten el bienestar, evaluar e interpretar indicadores y datos estadísticos, trabajo en equipo entre otros.

El estado de bienestar de un animal no puede medirse directamente, pero puede ser inferido por el

monitoreo apropiado de parámetros conductuales y fisiológicos. Para esto se deben definir unos indicadores críticos que permitan identificar tempranamente efectos adversos y den razón de resultados confiables. Un punto de referencia más útil para el protocolo de evaluación del bienestar es definir un hipotético nivel “ideal” de bienestar. Esto se puede definir como: El estado en el que los animales satisfacen sus necesidades nutricionales, ambientales, de salud, conductuales y mentales (Mellor.1994) Para acercarse lo más posible a este estado “ideal” de bienestar, existen 3 componentes clave, descritos en la tabla 2:

Tabla 2. Componentes de un estado de bienestar “ideal” y ejemplos de indicadores asociados.

Componente	Características	Ejemplo de indicadores
Estado físico	Buen nivel de aptitud fisiológica, sin discapacidades físicas que puedan causar molestias o dolor, o que tenga un impacto en la función física que pueda causar angustia.	Indicadores relacionados con las condiciones físicas observables en el animal, cómo: peso, estado del abrigo o la piel, postura, cojeras y atención excesiva a sitios quirúrgicos.
Estado fisiológico y bioquímico	Niveles de estrés y angustia que no superen los que ocurriría durante el curso de lo normal interacciones sociales, por ejemplo. Si parámetros como frecuencia cardíaca o sangre la presión deben ser medidos, no se espera que indiquen niveles de estrés significativo.	Parámetros fisiológicos como frecuencia cardíaca, tasa respiratoria, niveles de hormonas indicadores de estrés como corticosteroides.
Estado psicológico	El animal muestra un rango “apropiado” de comportamientos, de acuerdo con lo que es conocido sobre la especie y cepa.	Cambios en el comportamiento, tal como aumento de la agresión a los compañeros de la jaula, retirada, estereotipias y cambios en el uso del enriquecimiento.

Fuente: (Hawkins *et al.*, 2011)

Reconocimiento total de todos los posibles efectos adversos de todas las fuentes. Hay muchas causas potenciales de efectos adversos a parte de los procedimientos científicos, factores como la cría, la manipulación y transporte, entre otros, pueden ser fuentes de efectos adversos, y todas deben ser consideradas.

Consistencia para todas las especies. Idealmente, los protocolos de evaluación del bienestar deben

tener el mismo nivel de atención a todas las especies, independientemente del número de animales utilizados o percepciones sobre su capacidad cognitiva y su capacidad de sufrir.

Consistencia entre observadores. Se debe minimizar la variación entre las observaciones, estrategias como las capacitaciones ayudan a reducir las interpretaciones subjetivas.

Sistemas de grabación adecuados. Existen diferentes sistemas para registrar los datos de evaluación del bienestar, cada uno de los cuales tienen sus ventajas y desventajas particulares, que los hacen adecuados o no, para su uso en diferentes situaciones. Los datos deben capturarse utilizando un lenguaje y formato coherentes, con el sistema de grabación más apropiado para cada establecimiento, especie, proyecto y grupo de personal (Hawkins *et al.*, 2011).

Las observaciones realizadas con relación a la valoración del bienestar, a través de indicadores, se deben registrar de la mejor manera posible tanto para su uso dentro de la investigación, como para futuros estudios. Existen diferentes sistemas de uso común para registrar indicadores de bienestar, los cuales se han agrupado en 2 grupos:

Registros relativamente no estructurados: este tipo de registros se utilizan principalmente en estudios piloto, en donde se requiere un enfoque flexible y exploratorio, que permita registrar observaciones de campo importantes que no fueron considerados inicialmente. También son muy utilizados cuando los efectos adversos son altamente impredecibles, y los animales deben ser monitoreados muy de cerca, describiendo muy pocos signos objetivos, tendiendo a enfocarse en las descripciones escritas de los efectos adversos (se le conoce como textos libres).

Hojas de evaluación del bienestar animal más organizadas: este tipo de registros poseen valores predeterminados, pero con cierta flexibilidad, utilizando listas de indicadores preestablecidos, de acuerdo con la especie u objetivo del proyecto, y manteniendo el texto libre al mínimo. Entre este tipo de registros se encuentran las hojas de puntuación numéricas o binarias. Las hojas numéricas tienen como objetivo cuantificar la gravedad de los efectos adversos; y los sistemas binarios

simplemente observan si los efectos adversos están presentes o no (Hawkins *et al.*, 2011).

Aunque se debe tener en cuenta que los dos tipos de registros poseen gran valor de acuerdo a las consideraciones específicas de cada experimento, el objetivo final del uso de este tipo de herramientas es lograr la estandarización y un lenguaje coherente que permita siempre evaluar de forma objetiva y completa, el bienestar en los animales de experimentación.

PROTOSCOLOS DE SUPERVISIÓN

El desarrollo y aplicación de los protocolos de supervisión tienen como objetivo principal, anticiparse a los posibles problemas de tipo sanitario y de bienestar, que se pueden desencadenar debido a la intervención o procedimiento experimental. Como se mencionó anteriormente de acuerdo con la naturaleza del experimento, la especie utilizada y los indicadores elegidos para realizar dicha supervisión, se pueden utilizar diferentes protocolos, ya sea que se diseñen particularmente para la investigación o que se utilicen protocolos previamente establecidos que cumplan con los indicadores de interés a monitorear.

Cuando se diseña un protocolo se debe tener en cuenta varias consideraciones como son la especie de interés, el tipo de intervención que se va a realizar y los problemas de bienestar que se pueden generar a partir de este, las medidas correctivas a tomar cuando se presenten alteraciones del bienestar, los criterios de punto final, métodos de analgesia y eutanasia, entre otros. Son los técnicos, los responsables del diseño y la implementación de dichos protocolos, definiendo criterios objetivos y medibles que permitan eliminar en cierta medida las valoraciones subjetivas.

La frecuencia de observación dependerá de las circunstancias, por lo general los animales man-

tenidos en confinamiento deberían supervisarse y registrarse diariamente. La periodicidad deberá incrementarse cuando se detecten detrimentos en la salud y bienestar de los animales, luego de un procedimiento experimental invasivo. Dado que el bienestar animal será valorado a través de la puntuación que le demos a determinados indicadores de bienestar animal, es importante tener un cabal conocimiento de las características conductuales normales y signos de dolor o estrés de la especie con que se va a trabajar, ya que existen algunas, como los conejos, que, por ejemplo, que no exteriorizan los signos de malestar o sufrimiento pese a estarlos padeciendo (Comité Asesor Bioética Fondecyt Conicyt. (2009).

Se debe definir qué tipo de herramienta se implementará para capturar las actividades y comportamientos de los animales, uno de los más comunes son los sistemas de grabación, los cuales se adaptarán para cada tipo de estudio, ajustándolo en el tiempo de acuerdo con diferentes necesidades que surjan en el curso del experimento. Es posible que los indicadores esperados ocurran con poca

frecuencia, en cuyo caso pueden ser eliminados, o si son vitales para la evaluación, la frecuencia de muestreo debe ser alterada para asegurar que sean recogidos (Hawkins *et al.*, 2011).

Por el contrario, pueden ocurrir efectos adversos inesperados que deberían ser agregados a los formatos como indicadores. Se debe tener en cuenta que no existe ningún sistema de evaluación del bienestar perfecto, siempre puede ocurrir signos muy sutiles y que no se habían registrado en ningún otro experimento, es por lo que, la experticia del observador y la flexibilidad de los protocolos son componentes vitales para refinar cada vez más la manera de evaluar el estado de bienestar.

La evaluación del bienestar animal debe ser realizada a través de la medición y valoración de indicadores adecuados los cuales deben ser válidos, prácticos y confiables, obtenidos a partir del conocimiento del comportamiento normal, y de los signos de dolor y estrés específicos para cada especie. En la tabla 3, se presentan algunos de estos indicadores:

Tabla 3. Indicadores conductuales, fisiológicos, bioquímicos de bienestar animal

Conductuales	Fisiológicos	Bioquímicos
Grooming (acicalamiento)	Temperatura	Corticoesteroides
Apetito (anorexia, polidipsia, pica)	Pulso	Catecolaminas
Actividad (parálisis, agitado, aletargado, convulsiones)	Frecuencia respiratoria y cardiaca	Tiroxina
Agresión (huida, inmovilidad)	Pérdida de peso	Prolactina, LH
Expresión facial y corporal (enseñar dientes, posición de las orejas)	Conteo de células sanguíneas	b-endorfinas
Vocalización (gruñidos, alaridos, jadeo)	Estructura de células sanguíneas	ACTH
Apariencia (secreciones, oral/nasal, heridas, edemas, pelaje)	Grado de hidratación (hundi-miento ocular)	Glucagón
Postura (inusual, encorvado, extendido)	Presión sanguínea	Insulina
Respuesta al manejo	Micción y defecación (heces irregulares, frecuencia)	Angiotensina

Fuente: Comité Asesor Bioética Fondecyt Conicyt. (2009).

La evaluación cuantitativa del bienestar se puede registrar de manera útil con hojas de puntaje de evaluación clínica o de bienestar. Su uso elimina la variación en la interpretación de los signos clínicos y de comportamiento que a veces se encuentra entre el personal de atención y los investigadores. Idealmente, las hojas de puntaje se deben adaptar a la condi-

ción específica o al personal del experimento al que se está enfrentando (Wolfensohn y Lloyd, 2005). El siguiente protocolo de supervisión (tabla 4), incluye aspectos generales que se deben monitorear durante la experimentación, los investigadores definirán la frecuencia de las mediciones de acuerdo con las necesidades del experimento.

Tabla 4. Protocolo de supervisión diaria de animales

Animal:	Puntaje	Fecha/Hora
Apariencia		
Normal	0	
Falta de acicalamiento (pelo en mal estado)	1	
Pelo en mal estado y/o secreciones oculares/nasales	2	
Pelo erizado, postura anormal	3	
Ingestión de agua y alimento/ Pérdida de peso		
Normal	0	
Incierta: pérdida de peso < al 5%	1	
Baja en el consumo: pérdida de peso del 10 a 15%	2	
No hay consumo de alimento y agua	3	
Signos clínicos		
Normal en temperatura, frecuencia respiratoria y cardíaca	0	
Cambios leves	1	
T°: ≥ 1°C; Frecuencia cardíaca/respiratoria ↑ 30%	2	
T°: ≥ 2°C; Frecuencia cardíaca/respiratoria ↓ 50%, o muy baja	3	
Comportamiento espontáneo		
Normal, esperado	0	
Cambios menores respecto a lo esperado	1	
Poca movilidad y bajo estado de alerta, aislado del resto	2	
Vocalizaciones, automutilación, muy inquieto o muy deprimido	3	
Comportamiento provocado (manipulación)		
Normal	0	
Leve depresión o respuesta exagerada	1	
Cambio moderado en la respuesta esperada	2	
Reacciona violentamente o muy débil y precomatoso	3	
Si asigno '3' más de una vez, sume un punto extra por cada '3'	2-5	
Total	0-20	

0-4 Normal	5-9 Monitorear cuidadosamente, considerar uso de analgésicos	10-14 Sufrimiento, proporcionar alivio, observar regularmente. Busca segunda opinión de cuidador o veterinario a cargo. Considerar eutanasia.	15-20 Dolor severo. Eutanasia. El protocolo necesita ser re-evaluado.
-------------------	---	--	--

Fuente: (Wolfensohn y Lloyd, 2003).

EVALUACIÓN DE INDICADORES EN ANIMALES DE LABORATORIO

La evaluación de los animales de laboratorio es de vital importancia debido a que a partir de dicha información se permite saber cuál es el estado general de los animales, Fernández *et al.*, en el 2016 propusieron la evaluación de parámetros, teniendo en cuenta la sumatoria de los indicadores para la toma de decisiones, en general

proponen que si la sumatoria es mayor a tres los animales sufrieron en el proceso y deben someterse a eutanasia (Tabla 5). De acuerdo a la propuesta de los autores una valoración mayor a 3 requiere la intervención del veterinario o la eutanasia del animal ya que para trabajar con animales en experimentación estos siempre deberían estar evaluados en 0 ya que se garantizaría un buen manejo y respeto por la vida de los animales respetando su bienestar.

Tabla 5. Calificación de algunos Indicadores en animales de laboratorio

Observación	Evaluación	Comentario
Piloerección	0	Normal limpio, ordenado
	1	Moderada piloerección
	4	Marcada piloerección, piel dañada, pelo sucio
Piel	0	Piel cubierta totalmente de pelos
	1	Pequeñas llagas o costras sin infección o signos de picor
	4	Automutilación, mordedura a otros animales, signos de infección
Peso	0	De 1-3 días, pérdida de peso de menos del 5% en comparación con el peso antes del experimento
	1	De 1-3 días, pérdida de peso de menos del 5-10% en comparación con el peso antes del experimento
	4	De 1-3 días, pérdida de peso de menos del 10-20% en comparación con el peso antes del experimento
Apetito	0	Apetito normal
	1	Moderado interés por la comida, disminución en el consumo de agua, hasta menos del 25% del consumo de alimentos y agua
	4	Desinterés por la comida, signos de deshidratación
Respiración	0	Normal
	1	Intermitente respiración por la boca
	4	Respiración con la boca abierta, respiración abdominal o jadeo, ruidos jade
Estado microbiológico	0	Presencia de bacterias y hongos como flora normal
	1	Infección bacteriana, fúngica parasitaria o viral que remite con tratamiento
	4	Infección bacteriana, fúngica, parasitaria o viral que afecta el bienestar del animal

Fuente: (Fernández *et al.*, 2016) (fuente adicionada)

EVALUACIÓN DE INDICADORES EN PEQUEÑOS MAMÍFEROS CON FINES DE EXPERIMENTACIÓN

Los pequeños mamíferos han sido utilizados ampliamente en la experimentación animal, especies de los géneros *Mus* y *Rattus*, se han convertido en individuos que permiten un manejo eficiente a

nivel de laboratorio, y resultados importantes en el mundo de la investigación científica. En las tablas 6, 7 y 8 se presentan algunos datos relacionados con los indicadores a tener en cuenta como parámetros fisiológicos normales, posibles razones del porqué se alteran estos parámetros y generalidades de manejo en ratas y ratones que son las especies más utilizadas a nivel de bioterio.

Tabla 6. Parámetros fisiológicos normales en pequeños mamíferos con fines de experimentación

Valor	Ratón (<i>Mus musculus</i>)	Rata (<i>Rattus norvegicus</i>)	Jerbo (<i>Meriones unguiculatus</i>)
Temperatura corporal	35,8- 37,6°C	35,9 37,5°C	38.2°C
Frecuencia cardíaca (latidos por minuto)	328-780	250-600	260-300 lat./min
Frecuencia respiratoria (respiraciones por minuto)	90-220	66-114	85-160
Rango de pesos (g): macho adulto	25-40	300-500	46-131
Rango de pesos (g): hembra adulta	25-40	200-400	50-55
Peso: neonato (g)	1	5	2.5-3.5
Consumo de agua (diario; ml)	4-7	24-60	4
Consumo de alimento (diario; g)	3-6	15-30	4-8
Expectativa de vida (años)	1-3	2.5-3.5	3
Edad a la madurez sexual (d)	40-60	65-110	56-84
Frecuencia del ciclo estral (d)	4-5	4-5	4-5
Duración del estro (d) (h)	10	13-15	4-7
Período de gestación (d)	19-21	20-22	23-26
Tamaño promedio de la camada (# individuos)	6-10	7-12	3-8
Frecuencia de amamantamiento (# por día)	>10	>10	>10
Edad de inicio de consumo de comida seca (d)	10-12	10-12	10-12
Edad al destete (d)	21-28	21	21-28
Vida útil de pro- creación	8 m	1.5 a	8m
g=gramos ml=mililitros h=horas d=días m=meses a=años			

Fuente: (Sánchez Hernández & Rodríguez Balderas, s.f.)

Tabla 7. Razones por las cuales se alteran los parámetros fisiológicos en mamíferos pequeños utilizados en experimentación

Patrón fisiológico aumentado	Efecto
Presión arterial	Incremento del Estrés (mal manejo del animal)
Frecuencia cardiaca	Se puede ver afectada por cambios en Temperatura, contaminación ambiental, altitud, actividad motora
Frecuencia respiratoria	El clima, actividad motora.
Diuresis	Temperatura del ambiente, disponibilidad de agua
Temperatura	Hacinamiento, temperatura del medio ambiente
Peso	Inactividad, ambiente estresante.
Sueño y vigilia	Ciclos de luz-oscuridad, tipo de jaula, altitud.
Hemoglobina	Alimentación, altitud

Fuente: (Sánchez Hernández & Rodríguez Balderas, s.f.)

Tabla 8. Generalidades de manejo en mamíferos pequeños utilizados para experimentación

Especie	Manejo y restricción	Vía de inyección
Jerbos (<i>Meriones unguiculatus</i>)	Jerbos y otros roedores a menudo tratan de evadir la captura de los manipuladores. Nunca se debe retener los jerbos por la cola ya que la piel de la cola es delicada y tiende a rasgarse fácilmente. Los jerbos se deben sujetar con una o dos manos.	Las rutas comunes para inyección incluyen las rutas intraperitoneal y subcutánea. Al igual que con todos los mamíferos pequeños, En la mayoría de los casos se deben usar agujas calibre 27 y 24 con jeringas de 1 mililitro; con sustancias muy viscosas y densas puede ser necesario usar agujas calibre 22. En ningún caso deben usarse agujas calibre 18 o inferior en roedores de laboratorio.
Ratón (<i>Mus musculus</i>)	Son generalmente fáciles de sujetar, pero su pequeño tamaño los hace especialmente vulnerables a las lesiones físicas, en particular por el manipulador que los deja caer inadvertidamente cuando son mordidos. El animal debe ser agarrado por la cola, preferiblemente el tercio proximal y levantado de su jaula. Luego se debe colocar sobre una superficie como la parte superior de una jaula. Si se mantiene una tracción suave en la cola, el animal agarrará la parte superior de la jaula e intentará alejarse.	Las inyecciones intraperitoneales se pueden realizar en el cuadrante posterior del abdomen. La inyección subcutánea se puede hacer en el cuello. Debido a que las masas musculares de los ratones son tan pequeñas, se debe tener cuidado al usar una aguja pequeña y un volumen pequeño para inyección. Se pueden hacer inyecciones intramusculares en los grupos musculares del cuádriceps en la parte anterior del muslo.

Especie	Manejo y restricción	Vía de inyección
Rata (<i>Rattus norvegicus</i>)	Las ratas son típicamente animales dóciles, en particular si se manejan de manera rutinaria usando técnicas apropiadas. Las mordeduras de ratas son poco comunes y generalmente sólo ocurrirán si el animal está estresado o tiene dolor. Para sujetar inicialmente a una rata, el guía debe agarrarla suavemente por los hombros. El pulgar del manipulador se puede colocar debajo de la mandíbula de la rata, para evitar mordeduras, y las extremidades posteriores de la rata se pueden sostener con la otra mano. La sujeción debe ser firme, pero no demasiado apretada ya que esto impedirá la respiración del animal.	Se puede usar la vía subcutánea. Al igual que con los jerbos y los hámsteres, las inyecciones intraperitoneales se pueden realizar en la mitad caudal del abdomen con la aguja dirigida a lo largo de la línea de la extremidad posterior.

Fuente: Practical Animal Handling in Small Mammals

SIGNOS DE DOLOR EN MAMÍFEROS PEQUEÑOS

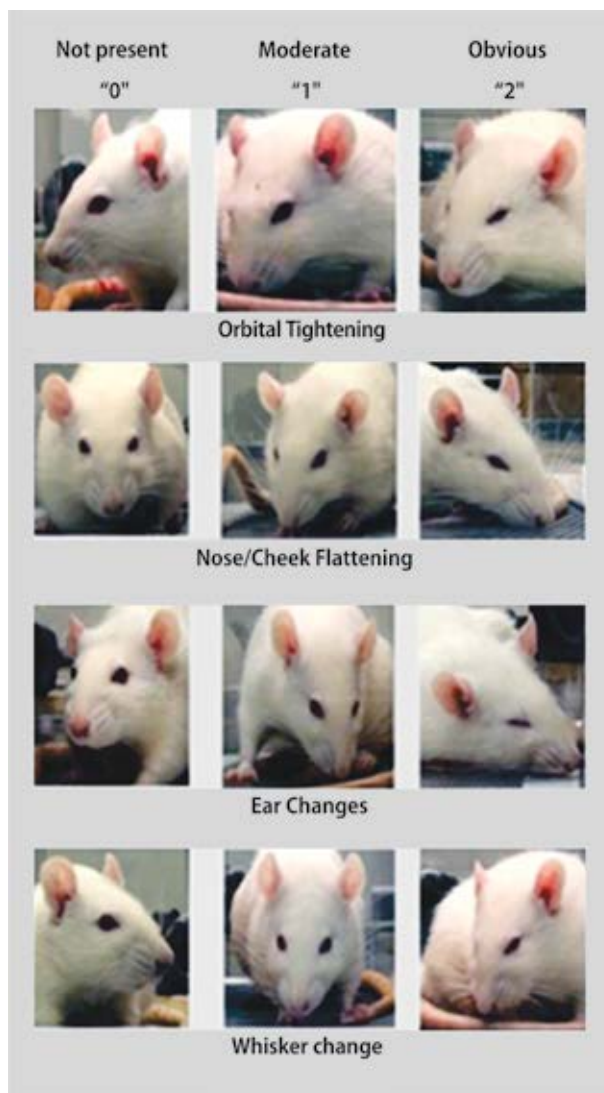
La identificación de signos asociados al dolor es de vital importancia para garantizar el bienestar en los animales. El dolor agudo está enfocado en dos niveles, el primer nivel se observa como una respuesta inmediata a la aplicación de un estímulo nociceptivo (retirada de la fuente, vocalización, lamido y agitación de la zona expuesta al estímulo). Así mismo, el segundo nivel está asociado al tiempo de curación de la herida infringida y se evalúa más por cambios de comportamiento (Góngora, 2010).

A parte de los signos de dolor y distrés, las estereotipias son desórdenes conductuales que se desarrollan en los animales como consecuencia de ambientes subóptimos, sobre los cuales no tienen control. Al estar asociadas con problemas de manejo que afectan el bienestar de los animales, y muchas veces resultar en un deterioro del

estado físico del animal estas pueden ser utilizadas como un indicador directo (basado en el animal) de bienestar animal (Tadich *et al.*, 1963). Varios estudios han reportado que suplementar un adecuado enriquecimiento medioambiental puede ayudar en el control y prevención de estos comportamientos (Van *et al.*, 2000).

Un avance importante en la identificación de signos de dolor en animales de laboratorio ha sido el reconocimiento del dolor mediante la codificación ciega de expresiones faciales, las cuales podrían conducir a una mayor precisión en la valoración de este indicador. Se han desarrollado escalas de muecas para la medición del dolor en especies como ratas y ratones, en donde se logró demostrar una alta confiabilidad, precisión y capacidad para cuantificar dicho indicador (Imagen 1), así como la eficacia de analgesia dependiendo de la dosis usando medicamentos como la morfina (Sotocinal *et al.*, 2011).

Identificación del dolor en ratas



Identificación del dolor en ratones

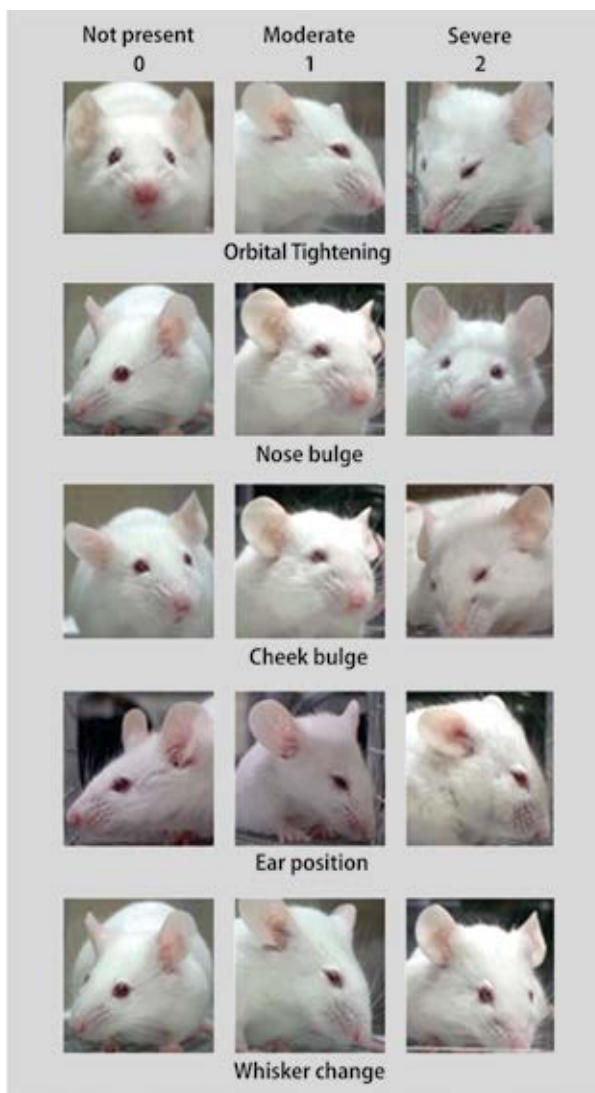


Imagen 1. Escalas de valoración del dolor en ratas y ratones

Fuente: (Universitas Miguel Hernández, 2016)

Adicional a las gesticulaciones o posición general del animal se ha valorado el dolor en los animales de experimentación que se encuentran en bioterio como Ratas, Ratones y Jerbos, se han identifi-

cados ciertas respuestas que son representativas a la hora de evaluar la reacción del dolor, en la tabla 9 se describe cada una de ellas y como se la evalúa en cada una de las especies.

Tabla 9. Signos de dolor en mamíferos pequeños

	Rata	Ratón	Jerbo
Respuesta potencial	Incremento en el nivel de respuesta ante estímulos estresantes o dolorosos	Incremento en el nivel de respuesta ante estímulos estresantes o dolorosos	Incremento en el nivel de respuesta ante estímulos estresantes o dolorosos
Reacción ocular	Baja respuesta pupilar, párpados cerrados, descargas oculares.	Movimientos oculares con tendencia a cerrar los párpados, descargas.	Descarga ocular, resequedad corneal variable.
Respiratorios	Aumento tasa respiratoria, sonidos anormales, descarga nasal.	Incremento en la tasa respiratoria con presencia de estornudos, descarga nasal presente.	Aumento tasa respiratoria, dificultad respiratoria
Apariencia	Piloerección, pérdida de peso, deshidratación, caquexia.	Piloerección, pérdida de pelo por automutilación, deshidratación	Pérdida de calidad del pelaje, lesiones faciales, alteraciones del sueño.
Defecación/micción	Incremento o disminución en la frecuencia	Respuesta inmediata, constipación variable.	Diarreas en raras ocasiones
Comportamiento	Tendencia a aislarse del grupo, baja respuesta a estímulos.	Incremento a respuestas agresivas con tendencia a la depresión.	Extremadamente activos y nerviosos con alteración de esta conducta.
Postura	Posturas similares a las adoptadas para dormir en periodos diferentes.	Posiciones de decúbito, encorvamiento con la cabeza hacia el abdomen.	Encorvado o con arqueamiento de la espalda
Locomoción	Movimientos cortos y espaciados, dificultad para mantener la postura.	Cojeras en uno a más miembros, marcha irregular, marcha círculos.	Marcha anormal asociada con disturbios abdominales.
Vocalización	Vocalización agresiva en estados tempranos.	Vocalización agresiva en estados tempranos.	Limitada
General	Hipotermia con incremento en la pérdida de condición.	Hipotermia con incremento en la pérdida de condición, anemia.	Asociados con colapso

Fuente: (Góngora, 2010)

ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS

El enriquecimiento ambiental en pequeños mamíferos utilizados para experimentación depende del manejo que se dé a cada animal, por ejemplo si los animales se encuentran en contacto con otros animales, estos deben contar

con divisiones en mayas o lugares de separación que permitan el contacto visual con los demás animales, o por el contrario si los animales se encuentran en jaulas solos, necesitan de un ambiente físico que le brinde confort y tranquilidad a los animales, a partir de adecuado alojamiento, técnicas sensoriales y el componente nutricional.

ALIMENTACIÓN DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS

Los mamíferos pequeños tienen predilección por algunos alimentos que cubren las necesi-

dades nutricionales de las diferentes especies, en la tabla 10 se presentan algunas recomendaciones en la alimentación de pequeños mamíferos.

Tabla 10. Alimentación de pequeños mamíferos

Especie	Algunas recomendaciones de alimentación
Ratón (<i>Mus musculus</i>)	La dieta de los ratones debe basarse principalmente en cereales, pero al ser omnívoros pueden utilizarse la comida que se le suministra a los caninos o felinos y puede utilizarse algunos trozos de carne
Rata (<i>Rattus norvegicus</i>)	A la rata le satisface el consumo de verduras y frutas: zanahoria, manzana, plátano, pera etc., Semillas de calabaza y alpiste
Jerbo (<i>Meriones unguiculatus</i>)	Esta especie disfruta mucho las verduras como la lechuga, las zanahorias y el nabo y las frutas como la manzana, la pera y los frutos secos

Fuente: (Brousset H.J, 2020)

REQUERIMIENTOS FÍSICOS DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS

En cuanto a los requerimientos físicos que requieren estas especies se encuentran lo que conforman sistemas auditivos, olfativos y táctiles:

Auditivas: estas especies de animales son muy sensibles a los sonidos melódicos, es por lo que requieren música tranquila no mayor a 80 Dbls. El ruido excesivo puede provocar alteraciones fisiológicas en los roedores como es cese de la reproducción y el canibalismo. La exposición reiterada de los animales a ruidos mayores a 85 decibeles puede generar efectos no auditivos como eosinopenia y aumento de las glándulas adrenales y canibalismo. Por esto se recomienda, evitar el lavado de cajas dentro de las salas, los gritos, silbidos y el uso de radio a fuertes volúmenes dentro del bioterio (López, 2005).

Olfativas: el uso de esencias puede contribuir mucho al desarrollo y tranquilidad de estos ani-

males que se encuentran en jaulas o lugares de experimentación.

Táctiles: el uso de casas de cartón o poliuretano, ayudan a desarrollar los comportamientos normales en las diferentes especies, además el uso de material de juego como pelotas, tubos de PVC, campanas cascabeles pueden contribuir a disipar el estrés en este tipo de especie.

EVALUACIÓN DE INDICADORES EN PRIMATES CON FINES DE EXPERIMENTACIÓN

Primates: para lograr realizar una intervención adecuada dirigida a mejorar las condiciones de bienestar en los primates como individuo de experimentación, se deben tener en cuenta variables como: actividad (descanso, alimentación, juegos), expresiones (neutrales, afiliativas, temerosas, ansiosas, agresivas), posturas, vocalizaciones, comportamiento social (agresivo, sexual), no social (descanso, búsqueda de comida), com-

portamientos normales y dietas. Estas variables generalmente son descritas a partir de estudios etológicos en un entorno natural, pero algunas de estas pueden desarrollarse a nivel de laboratorio a través de las respuestas a diferentes estímulos.

Los macacos (*Macaca spp*) Son monos del Viejo Mundo, con la mayor distribución geográfica de todos los primates no humanos, en Asia, el sur de Europa y el norte de África. Hay 22 especies; Las dos especies más utilizadas en investigación son el macaco cynomolgus (*Macaca fascicularis*) y el macaco rhesus (*Macaca mulatta*) (NC3R, 2020). Como evaluación general de un modelo primate no humano, tomaremos esta especie y definiremos unos indicadores de bienestar que pueden ser verificados en los laboratorios, y que nos da-

rán razón del estado de bienestar en este tipo de animales.

INDICADORES DE COMPORTAMIENTO DE MACACOS

El comportamiento es uno de los indicadores más accesibles e importantes al evaluar el bienestar animal de un individuo, pero puede convertirse en un problema si el observador no se encuentra completamente familiarizado con el comportamiento natural de la especie. A continuación, se hará referencia a diferentes aspectos relacionados con indicadores de comportamiento.

Existen comportamientos que pueden expresar problemas de bienestar en los primates. En la tabla 11 se presentan algunos de estos:

Tabla 11. Indicadores relacionados con problemas en los macacos

Comportamiento	Observaciones
Repertorio conductual restringido	No aprovechar al máximo el medio ambiente
	Cese de alimentación o locomoción
	Poca curiosidad hacia objetos novedosos
	Poca o ninguna vocalización
Uso anormal del tiempo	Inquietud o hiperactividad (ejemplo, movimientos circulares)
	Disminución de la actividad (letargo)
	Inactividad general o falta de respuesta
	Comer en exceso (hiperfagia)
	Consumo excesivo de agua de origen psicológico (polidipsia)
Comportamiento social inapropiado	Aumento de la agresión con los compañeros de jaula
	Temor en exceso, alejamiento de los compañeros (ejemplo, esconderse en rincones del recinto o detrás de objetos)
	Sobrecalamiento o arrancarles pelos a los compañeros generando caída del pelo
	Fracasos para aparearse
	Asesinato a abandono de jóvenes
	Cambio en el comportamiento hacia los manipuladores
	Cambio del comportamiento general de los compañeros de jaula hacia el animal individual

Comportamiento	Observaciones
Otros patrones de comportamiento anormales	Estereotipias posturales (ejemplo, saludando, sacudir la cabeza o balancearse)
	Estereotipias locomotoras (ejemplo, estimulación excesiva, movimientos en círculos o volteretas)
	Comportamientos de autolesión (ejemplo, morder, hurgarse los ojos, arrancarse el pelo)
	Beber orina
	Consumo de heces
	Bruxismo

Fuente: (NC3R, 2020).

COMPORTAMIENTOS ESTEREOTÍPICOS EN MACACOS

El desarrollo de estereotipias es una forma de hacer frente a un ambiente restringido mediante la liberación de endorfinas en el cerebro. Las razones por las cuales se producen las estereotipias pueden ser la frustración, intentos repetidos por hacer frente a un estímulo aversivo o una disfunción del sistema nervioso central (Mason, 2006). En los primates se presenta frecuentemente en situación de cautiverio o laboratorios, pero no en animales salvajes, este es considerado como un indicador de bienestar psicológico.

La distinción entre el comportamiento estereotípico y el no estereotípico puede ilustrarse considerando la conducta alimentaria. Un animal puede comer de manera fija, sentado en el mismo lugar, usando un patrón distintivo durante un tiempo prolongado, pero esto no se consideraría un comportamiento estereotipado anormal, ya

que tiene una función obvia. El comportamiento estereotípico se evalúa en términos de frecuencia y duración, en otras palabras, ¿con qué frecuencia el animal participa en episodios de tal comportamiento y cuánto duran los episodios? (tabla 12) No es adecuado, por lo tanto, simplemente decir que un animal muestra un comportamiento estereotípico.

Es necesario cuantificar los niveles del comportamiento exhibido. Esto generalmente se hace examinando el presupuesto de tiempo del animal. Puede haber menos preocupación por un animal que pasa del 3% al 5% de su tiempo involucrado en un comportamiento estereotípico que uno que pasa el 75% de su tiempo en estereotipia. Sin embargo, se puede argumentar que cualquier cantidad de estereotipia es motivo de preocupación y es un indicio de mal bienestar (Philbin.1998). Algunos de los comportamientos estereotípicos más frecuentes en macacos utilizados para identificar problemas de bienestar se presentan a continuación:

Tabla 12. Comportamientos estereotípicos en macacos

Estereotipias de privación	Estereotipias de locomoción repetitiva	Otros
Auto oralidad	Ritmo	Balanceo de cabeza
Auto abroche "self clasp"	- En dos patas	Sobre aseo
Balanceo	- En cuatro patas	Mirando a la nada
Acurrucado	Rebote	Recogiendo nada
Agazaparse	Salto mortal	

Estereotipias de privación	Estereotipias de locomoción repetitiva	Otros
Auto abuso	Giros	
- Mordeduras	Rotando	
- Golpes de cabeza	"Bailando"	
Extremidades flotantes		
Presión en el globo ocular		

Fuente: (Philbin, 1998).

INDICADORES HEMODINÁMICOS EN MACACOS

Los parámetros hemodinámicos (tabla 13) pueden ser útiles para evaluar de forma general el estado de salud del animal, lo cual nos puede

ayudar en la evaluación del bienestar. Aunque los datos presentados a continuación se acercan a un estándar general, cada institución debería desarrollar sus propios estándares de acuerdo con las características específicas de cada especie y a las metodologías de recolección de estos datos.

Tabla 13. Parámetros hemodinámicos de macacos

Medición	Parámetros
Ritmo cardíaco	95-235 lpm (peso medio 7,6 kg)
	125-240 lpm (peso medio 5,3 kg)
Salida cardíaca	500-3300 ml/min (peso medio 7,6 kg)
	350-1700 ml/min (peso medio de 5,3 kg)
Volumen sistólico	4,7 - 16,7 ml (peso medio 7,6 kg)
	2,8 - 10,6 ml (peso medio 5,3 kg)
Presión arterial sistólica	68-172 mm/Hg (peso medio 7,6 kg)
	122-194 mm/Hg (peso medio de 5,3 kg)
Presión arterial diastólica	60-108 mm/Hg (peso medio 7,6 kg)
	81-121 mm/Hg (peso medio de 5,3 kg)
PH arterial	7,2 - 7,48
PH venenoso	7,34 - 7,54
Volumen de sangre	44,3 - 66,6 ml/kg
Volumen de plasma	30 - 48,4 ml/kg
Volumen de líquido extracelular	121 - 295 ml/kg
Agua de sangre total	628 - 721 ml/kg
Hemoglobina de sangre entera	11,2 - 14,6 gm/ 100 ml
Hematocrito	38 - 45 %
Temperatura	37,8 - 39 °C

Fuente: (NC3R, 2020)

INDICADORES DE SALUD DE MACACOS

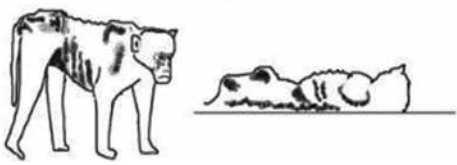
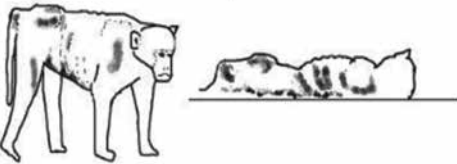
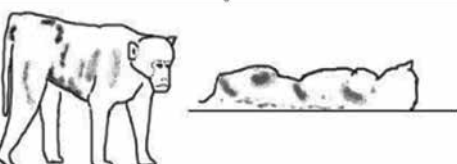
Para evaluar el bienestar de los macacos, se puede utilizar la información del manejo de salud de rutina, sin embargo, estas son medidas bastante básicas y deberán complementarse al menos con medidas de comportamiento. Los indicadores de bienestar del examen post mortem (p. Ej., Aparición de patología entérica) y de la revisión periódica de registros clínicos y post mortem, también pueden ayudar a identificar tendencias o grupos de casos que de otra manera podrían no ser evidentes. Los macacos no muestran signos de dolor y mala salud tan obviamente como los humanos; por lo tanto, la observación y evaluación periódicas de la salud es esencial. Mantener registros detallados sobre la condición externa de los animales individuales ayudará en la detección temprana de los cambios que in-

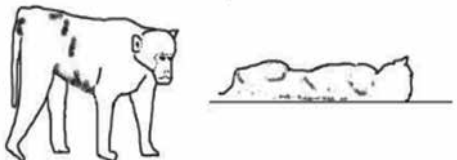
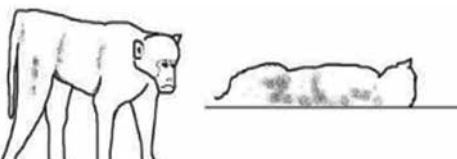
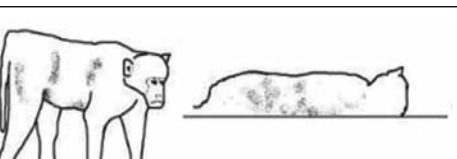
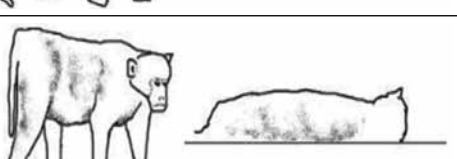

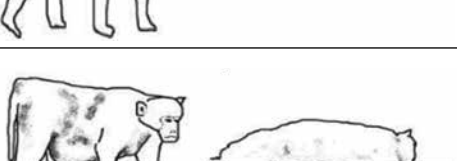
dican mala salud (NC3R, 2020). A continuación, se presentan algunos indicadores de salud que pueden ayudarnos en la evaluación del bienestar en los macacos:

Condición corporal en macacos

La condición corporal es un método subjetivo de evaluación de la grasa corporal y la musculatura, la cual utiliza un puntaje en escalas que representa diferentes valores de condición corporal desde baja, óptima hasta grasa corporal excesiva. Un sistema válido de valoración de la condición corporal debe ser un sistema relevante para las mediciones en la especie de interés, mostrar un alto grado de acuerdo entre evaluadores y ser consistente con medidas objetivas. La tabla 14 presenta de forma gráfica como se puede utilizar una posible escala de puntuación para medir la condición corporal en los macacos.

Tabla 14. Condición corporal con base a la palpación e inspección visual en macacos

Puntuación	Características	Vistas
1 demacrado	Caderas, huesos faciales, procesos espinosos y costillas muy prominentes. Masa muscular mínima o nula sobre el ilion o isquion. Ano empotrado entre las callosidades isquiáticas. Cuerpo muy anguloso; sin grasa subcutánea.	
1.5 muy delgado	Caderas, procesos espinosos y costillas prominentes. Muy poca masa muscular sobre las caderas y la espalda. El ano puede estar hundido en las callosidades isquiáticas. Cuerpo angular; sin grasa subcutánea.	
2 delgado	Caderas, costillas y procesos espinosos fácilmente palpables. Poca masa muscular sobre caderas y región lumbar. Mínima grasa subcutánea.	

Puntuación	Características	Vistas
2.5 magro	Las caderas y la columna se sienten firmes. Caderas y procesos espinosos fácilmente palpables. No prominente. Cuerpo menos angular. Capa delgada de grasa subcutánea.	
3 óptimo	Caderas, costillas y procesos espinosos palpables, no visibles. Masa muscular bien desarrollada y capa de grasa subcutánea. Sin almohadillas de grasa abdominal, axilar o inguinal.	
3.5 ligeramente con sobrepeso	Huesos de la cadera y los procesos son palpables con presión firme pero no son visibles. Las prominencias óseas son suaves. Los contornos de las costillas son suaves y solo palpables con presión firme. Puede haber una pequeña almohadilla abdominal lejana.	
4 pesado	Caderas, procesos espinosos difíciles de palpar. Contornos corporales suaves, menos definidos. Los depósitos de grasa se acumulan en las áreas axilares, inguinales o abdominales.	
4.5 obeso	Caderas y procesos espinosos difíciles de palpar. Contorno óseo suave y mal definido. Almohadillas de grasa prominentes en la región inguinal, axilar o abdominal. Abdomen pendular.	
5 gravemente obeso	Caderas, costillas y procesos espinosos palpables con presión profunda. Grandes almohadillas de grasa en las regiones inguinal, axilar y abdominal. Depósitos de grasa pronunciados	

Fuente: (Clingerman y Summers, 2012)

Alopecia en macacos

La alopecia es un problema que se observa principalmente en animales en cautiverio, condiciones estresantes, pocos controles sanitarios, la identificación tardía de problemas infeccioso o parasitarios de piel, dietas mal balanceadas, desordenes

hormonales y algunas estereotipias, son las causas más frecuentes de pérdida de cabello, y es una herramienta muy útil al momento de evaluar el bienestar. A continuación, se presenta una puntuación que estima la gravedad y el alcance de la pérdida de cabello (Tabla 15).

Tabla 15. Puntuación de alopecia en macacos

Puntuación	Descripción
1	Buen estado del abrigo; cubierta completa
2	Pequeños parches de alopecia (2-5 cm ²)
3	Grandes parches de alopecia (5 cm ²)
4	Alopecia generalizada (más del 50% de la espalda)
5	Completamente calvos; más visible la piel que el pelo

Fuente: (Honest *et al.*, 2005)

Signos de dolor en macacos

Los métodos tradicionales de reconocimiento y evaluación del dolor en macacos se basan en el comportamiento grosero. Los signos de dolor pueden incluir:

- Sentado en una posición acurrucada, o agachado con la cabeza hacia adelante y hacia abajo con los brazos cruzados sobre el cuerpo.
- Expresión triste con ojos vidriosos.
- Movimiento reducido.
- Apetito reducido y / o interés reducido en golosinas.
- Falta de aseo o mal pelaje.
- Evitando conquistas y / o personal.
- Mayor atención de los compañeros de la jaula.
- Contorsiones faciales, apretar los dientes.
- Inquietud y temblores, acompañados de vocalización (por ejemplo, gruñidos, gemidos).
- Tocar, empujar o rascar el área dolorosa; autoutilización.
- Aumento o disminución de la agresividad hacia los cuidadores (u otro cambio en el comportamiento normal).

Los signos de comportamiento como estos pueden no ser específicos del dolor, en estos momentos existen investigadores financiados por los NC3R que están validando el uso de expresiones

faciales para la evaluación del dolor postoperatorio en macacos, utilizando una herramienta de investigación establecida para analizar el movimiento facial: el sistema de codificación de acción facial de macacos (NC3R, 2020).

UTILIZACIÓN DE ANIMALES DE PRODUCCIÓN Y PEQUEÑOS MAMÍFEROS CON FINES DE EXPERIMENTACIÓN EN COLOMBIA

En Colombia, la normatividad relacionada con el uso y cuidado de los animales se desarrolla principalmente a partir de lo recomendado por la OIE, es con base a lo expedido por esta organización que las diferentes entidades gubernamentales como el Instituto nacional de Salud y el ICA, crean las diferentes normas nacionales. Al igual que las entidades privadas y públicas, las instituciones de educación superior que trabajan intensamente en investigación en áreas como la experimentación animal, implementan de manera armónica con los intereses académicos, las diversas normas nacionales e internacionales para satisfacer las necesidades científicas y lo exigido en las diferentes directrices mundiales.

Actualmente el Instituto Nacional de Salud (INS) cuenta con las instalaciones de un bioterio en donde se experimentan con ratones, ratas, cobayos, hámsteres y gerbilinos; la concepción y

construcción de este lugar fue desarrollada con la convicción de respetar la salud y bienestar de los animales. El INS cuenta con la Guía Para el Uso de Animales de Experimentación, en donde se especifica cómo se debe tratar y que características debe tener el manejo de los animales utilizados en experimentación. El bioterio del INS es de gran ayuda para el país, principalmente en lo relacionado a la obtención y desarrollo de sueros antiofídicos, y vigilancia y control de muchas enfermedades basadas en la realización de ensayos clínicos en animales.

En cuanto al sector educativo en donde se realiza principalmente experimentación en animales domésticos como: bovinos, ovinos, porcinos, aves, equinos, se establece que deben contar mínimamente con bioterios adecuados, y guías de manejo enfocadas en el respeto a la salud y el bienestar animal. Cada institución que realice algún tipo de experimentación con animales debe contar con un comité especializado en el cuidado y la protección animal, conocidos como comités de ética, estos están encargados de garantizar que cualquier tipo de intervención en los animales de experimentación se realice de forma ética asegurando en todo momento el adecuado bienestar.

Un ejemplo de las tareas asignadas a los comités de ética es el realizado por el comité de la Universidad Nacional, el cual ha desarrollado e implementado diferentes protocolos con el objetivo de cuidar y proteger el bienestar de los animales en algunos de los procedimientos de rutina más frecuentemente utilizados (Universidad Nacional de Colombia, 2020).

Los protocolos a los cuales se hace referencia son:

- Toma de sangre en bovinos a partir de la vena coccígea y de la vena yugular externa.
- Toma de muestra de sangre en porcinos.

- Toma de muestra de sangre en la especie ovina (CIDTEO).
- Toma de muestra de orina en bovinos.
- Pesaje y determinación de condición en la especie ovina (CIDTEO).
- Anestesia en aves.
- Ecografía rectal en bovinos no gestantes o de gestaciones menores a seis (6) meses.

Es importante tener en cuenta que los protocolos deben clasificarse según el impacto que tengan sobre el animal, de esta manera se tiene la siguiente clasificación:

No recuperación: Los procedimientos que se realizan enteramente bajo anestesia general tras la cual el animal no recuperará la conciencia deben clasificarse como de no recuperación.

Leve: Los procedimientos en animales a consecuencia de los cuales es probable que experimenten dolor, sufrimiento o angustia leves de corta duración, así como los procedimientos sin alteración significativa del bienestar o del estado general de los animales deben clasificarse como leves.

Moderado: Los procedimientos en animales a consecuencia de los cuales es probable que experimenten dolor, sufrimiento o angustia moderados de corta duración, o leves pero duraderos, así como los procedimientos que pudieran causar una alteración moderada del bienestar o el estado general de los animales deben clasificarse como moderados.

Severo: Los procedimientos en animales a consecuencia de los cuales es probable que experimenten dolor, sufrimiento o angustia intensos, o moderados pero duraderos, así como los procedimientos que pudieran causar una alteración grave del bienestar o del estado general de los animales deben clasificarse como severos.

En Colombia se prohibió la utilización de animales de experimentación con fines cosméticos a partir de la ley 2047 del 10 de agosto de 2020, esto permite entender que se está trabajando constantemente por el respeto a la vida de los animales y a la preservación de su bienestar (Universidad Nacional de Colombia, 2020).

Adicionalmente, las instituciones de educación superior tienen en cuenta toda la normativa nacional e internacional, la cual está implementándose constantemente en la inspección de los protocolos que los investigadores proponen a la hora de utilizar animales con fines de experimentación, se habla entonces de la siguiente normatividad:

- Ley 84 de 1989.
- Resolución 8430 de 1993 Ministerio Salud.
- Ley 170 de 1994.
- Ley 073 de 1985.
- Ley 576 de 2000.

- Código Sanitario para los Animales Terrestres–OEI– sobre Utilización de animales en la investigación y educación.
- Declaración Universal de los Derechos del Animal.
- Guía para el cuidado y uso de animales de laboratorio – 2011. National Academy of Science, USA.
- Directiva 2010/63/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de septiembre de 2010 relativa a la protección de los animales utilizados para fines científicos

De acuerdo con todo lo explicado anteriormente y teniendo en cuenta que Colombia es un país que aplica la normatividad nacional e internacional para la protección y el cuidado de los animales con fines de experimentación, se presentan algunos aspectos relevantes de cuidado para las diferentes especies utilizadas con fines de experimentación (Tabla 16).

Tabla 16. Sistemas de evaluación de bienestar animal en animales de experimentación

Sistema de evaluación	Roedores, cobayos y conejos	Aves	Cerdos, ovejas, equinos, bovinos	Primates
Consumo de alimento	<p>Los ratones suelen comer 4-8g de pellets diarios y su consumo de agua es de 5-8 ml por día e individuo o 15 g/100g de peso vivo de comida y 15 ml/100g de peso vivo de agua, por día.</p> <p>Los cobayos son herbívoros con tendencia a rechazar la comida con la que no están familiarizados.</p> <p>En los conejos su dieta debería contener un 22,5% de fibra. Esto permite llevar a cabo una alimentación ad libitum sin riesgo de que se produzca obesidad, además de que se producen así menos bolas de pelo y diarreas.</p> <p>Ratas 5-6 g/100g/día Ratones 4-8 g/día Conejos 5 g/100g/día</p>	<p>Las aves tienen requerimientos altos de energía y gastan una cantidad significativa de recursos en buscar alimentos. Algunas son entrenadas en los laboratorios para obtenerlos a través de una variedad fomentando así el forrajeo y reduciendo las estereotipias.</p>	<p>Los animales domésticos deben contar con un sistema de alimentación acorde a las necesidades nutricionales de cada especie, siendo necesaria la valoración en la etapa productiva de cada especie para determinar la cantidad y calidad del alimento suministrado, por otro lado, estas especies requieren un consumo de agua a voluntad con una calidad microbiológica adecuada para evitar la transmisión de patógenos que pongan en peligro la vida de los animales.</p>	<p>Cuando se mantiene a los animales en el área en la que fueron capturados, hay que alimentarlos con los elementos disponibles de su dieta natural. Se recomiendan alimentos con alto contenido de líquido, como las frutas. La transición a nuevos alimentos como preparaciones comerciales se debe realizar gradualmente con observación continua y asesoramiento veterinario si fuera necesario.</p>
Temperatura ideal	<p>Ratón, rata, hámster, gerbo, cuyos 18-26 °C, Conejos 16-22 °C,</p>	<p>16-27 °C,</p>	<p>18-29 °C,</p>	<p>18 – 26 °C, sin embargo, algunas especies pueden adaptarse a las condiciones climáticas del área geográfica donde se encuentran en cautiverio.</p>
Ambiente ideal	<p>Regulación del micro y macroambiente. Se debe contar con condiciones adecuadas en cuanto a temperatura, intensidad y tipo de luz, composición del aire, ventilación y nivel de ruido.</p>	<p>Limpieza diaria del lugar para evitar altas concentraciones de amoníaco que causen problemas respiratorios. Utilización de camas secas.</p>	<p>Espacios grandes y abiertos, libres de desniveles, o huecos En ovinos y bovinos utilizar cercas seguras para división de animales. En equinos el lugar de descanso debe ser lo suficientemente grande como para que el animal descanse.</p>	<p>El sistema de alojamiento debe ser lo suficientemente amplio para albergar parejas o grupos de congéneres, permitir libertad de movimientos, ajustes normales de la postura, y contener suficientes elementos y enriquecimiento para permitir la expresión de conductas típicas de especie (e.g.; forrajeo, exploración, <i>allogrooming</i>, juego, etc.). Debe proporcionar un medio seguro, confortable y adecuado con fácil acceso a comida y agua y ventilación suficiente.</p>

Sistema de evaluación	Roedores, cobayos y conejos	Aves	Cerdos, ovejas, equinos, bovinos	Primates
Comportamiento social	Hay especies que por sus características etológicas deben alojarse individualmente. Por su agresividad, los hámsters precisan alojamientos individuales. Por el contrario, los ratones y las ratas, de naturaleza gregaria, manifiestan signos de aislamiento y estrés si son alojados por separado y no pueden percibir la presencia de sus congéneres por el contacto y el olfato.	Los requerimientos sociales deben de tenerse en cuenta para diseñar las condiciones del alojamiento sabiendo que pueden surgir problemas como la agresión y competencia entre los individuos. Se debe contar con lugares para retirarse y esconderse disponibles para todos como troncos huecos, vegetación artificial o natural esterilizada, cubiertas protectoras, etc.	Los cerdos, los ovinos y los bovinos se manejan de una mejor manera cuando se encuentran en manada disminuyendo el estrés por ausencia de socialización en vista que son especies gregarias. El trato en estos animales debe basarse en la paciencia y el buen manejo ya que cuentan con un sistema de recordación que les permite reaccionar negativamente a situaciones repetitivas como la utilización para protocolos de experimentación.	Para animales gregarios, la norma es alojarlos en pareja o grupo en la instalación, pero sólo si se trata de animales compatibles. El especialista en primates y/o el cuidador responsable deben ser quienes juzguen la compatibilidad.

Fuente: (Construcción propia tomado de: Rejero *et al.*, 2020; International Primatological Society. 2007)

PROTOCOLOS DE ANALGESIA Y EUTANASIA PARA ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN

El código sanitario para los animales terrestres de la OIE define la eutanasia como el acto de inducir la muerte usando un método que ocasione una pérdida rápida e irreversible de la conciencia, con un mínimo de dolor y angustia para el animal. La técnica que se utilice debe causar en el animal rápida inconsciencia, paro cardíaco y/o respiratorio y pérdida de la función cerebral, además de reducir al mínimo la perturbación emocional, la incomodidad y/o el sufrimiento experimentado por la persona que lleve a cabo el procedimiento.

Criterios de selección del método eutanásico: dentro de este campo es necesario garantizar la muerte del animal sin causarle sufrimiento ni dolor, por lo que los procesos deben cumplir las siguientes características:

- Inducir la muerte sin producir signos de pánico o ansiedad en los animales.
- Inducir la inconsciencia de los animales en un tiempo mínimo.
- Ser un método confiable y reproducible.
- Ser seguro para el personal involucrado en su uso.
- Mínimo de efectos fisiológicos y psicológicos indeseables sobre el animal.
- Poseer compatibilidad con los requerimientos y el propósito del estudio.
- Efectos emocionales mínimos o nulos sobre el observador y el operador.
- Tener un impacto ambiental mínimo.
- Ser a prueba de fallas.

Métodos aceptados para practicar eutanasia

Los métodos de eutanasia deben ser escogidos por el médico veterinario quien determinara cual es el método indicado para evitarle sufrimiento al

animal, verificando que el producto a utilizar tenga registro ICA, y que dentro de sus indicaciones estén muy bien especificadas las especies en las que se recomienda el producto y su uso. En Colombia los métodos aceptados parten de agentes inhalables y no inhalables de los cuales se encuentran en uso los siguientes:

Agentes inhalables: usar este método es muy útil para animales que pesan menos de 7 Kg y como agentes inhalantes se tiene el halotano, enflurano, isoflurano, metoxiflurano y éter, solos o en combinación con óxido nitroso.

El éter es el anestésico volátil menos recomendado por ser altamente inflamable y explosivo, y representa un grave riesgo para el personal, es irritante para los ojos y la nariz.

El dióxido de carbono (CO₂), es el método más recomendable para la eutanasia de varias especies de mamíferos tales como ratas, ratones, cobayos, perros, hámsteres, conejos y gatos, debido a su rápido efecto depresivo y anestésico que conduce a la muerte por hipoxia en pocos minutos. Se debe tener atención debido a que los neonatos y algunas especies de animales son tolerantes al CO₂. (Garcés. 2016).

Dosis de Co₂ recomendadas para eutanasia

Primates: 70% de concentración en animales menores de 2 semanas de vida.

Roedores: cámara que proporcione un mínimo del 70% de concentración.

Aves: Se recomienda el 100 % de CO₂ para pollitos de hasta 72 horas de vida, porque son más tolerantes al CO₂.

Pollos y pavos: se consideran aceptables concentraciones bajas de CO₂ (30%) utilizándolo junto con otro gas inerte.

Cerdos: No es recomendable debido a que presenta vocalizaciones.

Los anestésicos volátiles como el isoflurano, halotano sevoflurano deben utilizarse con un método físico para verificar el proceso de eutanasia en especies como ratones, ratas, cuyes o conejos.

Fármacos no inhalables: por vía intravenosa es el método más efectivo y rápido para causar la muerte a los animales de experimentación. En los animales que pesan menos de 7 Kg se puede aplicar este método siempre y cuando el fármaco usado no sea irritante ni contenga bloqueadores neuromusculares.

Barbitúricos: (Pentobarbital sódico).

Ratón: 210 mg/kg IV, IP Rata: 120 mg/kg IV, IP.

Hamster/Gerbil: 270 mg/kg IV, IP Cuyo: 90 mg/kg IV, IP.

Conejo: 120 mg/kg Perro: 90 mg/kg IV.

Gato: 120 mg/kg IV Ovino: 90 mg/kg IV.

Cerdo: 90 mg/kg IV Hurón: 90 mg/kg IV.

Pollo: 150 mg/kg IV Rana: 100 mg (Universidad Autónoma de México, 2000).

En las tablas 17 y 18, se encuentran las vías de administración y dosis de analgésicos a utilizar en algunas especies de experimentación.

Tabla 17. Vías de administración en pequeños mamíferos

Especie	IM (intramuscular)	IP (intraperitoneal)	SC (subcutánea)	IV (intravenoso)
Ratón 20-25 g	Musculatura posterior del muslo Aguja de 25-27 G x 5/8"	Cavidad abdominal, lateral a la línea media Aguja de 25 G x 5/8"	Pellizco piel del cuello Aguja de 25 G x 5/8"	Vena de la cola, coccígea Aguja de 30 G x 1/2"
Rata 200 g	Musculatura posterior del muslo Aguja de 25 G x 5/8"	Cavidad abdominal, lateral a la línea media Aguja de 23 x 1"	Pellizco piel del cuello Aguja de 23 G x 1"	Vena de la cola, femoral y yugular Aguja de 25 G x 5/8"
Conejo 2,5 kg	Musculatura posterior del muslo Aguja 23 G x 1"	Cavidad abdominal, lateral a la línea media Aguja 21 G x 1"	Pellizco piel del cuello Aguja 21 G x 1"	Vena marginal de la oreja Aguja 21 G x 1"
Cobaya 350 g	Musculatura posterior del muslo Aguja de 25 G x 5/8"	Cavidad abdominal, lateral a la línea media Aguja de 23 x 1"	Pellizco piel del cuello Aguja de 23 G x 1"	Vena femoral Aguja de 30 G x 1/2"
Hámster 25-30 g	Musculatura posterior del muslo Aguja de 25 G x 5/8"	Cavidad abdominal, lateral a la línea media Aguja de 25 G x 5/8"	Pellizco piel del cuello Aguja de 25 G x 5/8"	Vena yugular Aguja de 27 G x 5/8"

Fuente: (NUCLEUS, 2005)

Tabla 18. Dosis de analgésicos

Analgésico	Especie	Dosis (mg/kg)	Vía	Duración
AINES				
Ácido acetil Salicílico	Ratón	120-300	PO	4
	Rata	100	PO	4
	Cobaya	85	PO	4
	Conejo	100	PO	4
	Hámster	240 (día)	PO	
Flunixin	Ratón	2.5	SC, IM	12
	Rata	2.5	SC, IM	12
	Conejo	1.1	SC, IM	12
Meloxicam	Ratón	1-2	PO, SC	12-24
	Rata	1-2	PO, SC	12-24
Paracetamol	Ratón	300	PO	4
	Rata	100-300	PO	4

Analgésico	Especie	Dosis (mg/kg)	Vía	Duración
Opioides				
Buprenorfina	Ratón	0.05-0.1	SC, IM	8-12
	Rata	0.01-0.05	SC, IM, IV	8-12
	Cobaya	0.05	SC, IM	8-12
	Conejo	0.01-0.05	SC, IV	8-12
	Hámster	0.05-0.1	SC, IM	8-12
Butorfanol	Ratón	1-5	SC, IM	4
	Rata	2	SC, IM	4
	Conejo	0.1-0.5	IV	4
Codeína	Ratón	60-90 20	PO SC	4
	Rata	60	SC	4
Fentanilo	Ratón	0,3		0,5
Morfina	Ratón	2-5	SC, IM	2-4
	Rata	2.5	SC, IM	2-4
	Cobaya	2.5	SC, IM	4
	Conejo	2.5	SC, IM	2-4
Nalbufina	Ratón	4-8	IM	4
	Rata	1-2	IM	3
	Conejo	1-2	IV	4-5
Pentazocina	Ratón	10	SC	3-4
	Rata	10	SC	4
	Conejo	5	IV	2-4
Petidina	Ratón	10-20	SC, IM	2-3
	Rata	10-20	SC, IM	2-3
	Cobaya	10-20	SC, IM	2-3
	Conejo	10	SC, IM	2-3
Anestésicos locales				
Bupivacaína/ Lidocaína	Ratón	1-2/1-4	SC	
	Rata	1-2/1-4	SC	
	Cobaya	1-2/1-4	SC	
	Conejo	1-2/1-4	SC	
	Hámster	1-2/1-4	SC	

Fuente: (NUCLEUS, 2005)

PROTOCOLO DE TRABAJO PARA MANIPULAR ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN RECOMENDADO POR LA OIE

Para la utilización y manipulación de animales es indispensable que los organismos o los entes de

gobierno garanticen el funcionamiento del manejo de las diferentes especies que se utilizan con fines de experimentación, es así entonces que un protocolo debe tener los siguientes componentes:

Supervisión y control: las autoridades locales y nacionales deben implementar y hacer cumplir

protocolos que verifiquen el estado sanitario de los animales que se son usados para experimentación. Para ello se debe acudir a la verificación de los comités de ética, quienes son los encargados de velar por el bienestar de estos animales, para esto entonces se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

Correcta identificación de animales: Para ello se debe hacer uso de registros que permitan tener una trazabilidad de la información:

1. Definir la especie animal con la cual se va a experimentar.
2. Evaluar las condiciones de mantenimiento, limpieza y seguridad de las instalaciones.
3. Evaluar las condiciones medioambientales (enriquecimiento ambiental y necesidades que requiere cada especie de acuerdo con la etología).
4. Establecer protocolos de analgesia y eutanasia en el caso que se requiera.
5. Estandarizar y contar con protocolos de limpieza, control, manejo y desinfección de lugares como necropsias, quirófanos, etc.
6. Establecer los registros del personal que interviene en el manejo de especies de experimentación (personal idóneo para el manejo y manipulación de animales).

Una vez establecidos los protocolos de funcionamiento es importante que se nombren comités de supervisión que garanticen se cumplan los protocolos establecidos para preservar el bienestar animal de las especies de experimentación.

La atención veterinaria es uno de los actores principales en el manejo y manipulación de animales,

este proceso debe arrojar resultados que definan a partir del campo ético la continuidad del proceso o por el contrario impedir se desarrollen experimentos en determinada especie.

Dentro de ese mismo marco la atención veterinaria debe ir encaminada a la implementación de una medicina preventiva que evite la diseminación de enfermedades y contribuya al deterioro mismo de la salud del animal, esto debe complementarse con el manejo cuidadoso de la divulgación de la información ya que, esta debe ser mesurada y prudente de acuerdo con el tipo de experimento que se está realizando con los animales.

Características para evaluar en el proceso de experimentación:

1. Obtención de animales: Es necesario se evalúe la procedencia de los animales mediante la verificación de registros.
2. Documentación: Se requiere documentar todos los procedimientos que se realizarán, así como la finalidad que los experimentadores tienen para utilizar diferentes tipos de especies animales.
3. Estado sanitario del animal: Cuando se tiene definido los registros, documentación y procedimiento a realizar se debe definir si el animal es apto de acuerdo con la evaluación clínica realizada por personal idóneo y capacitado.
4. Animales capturados en la naturaleza: No se deben utilizar especies en peligro de desaparecer, al igual que especies que han sido capturadas y cohibidas de desarrollar su comportamiento social y natural; estas especies por lo general manifiestan estrés y angustia, que a la evaluación sanitaria se consideran no aptas para experimentación.

Parámetros para garantizar en todas las especies que son utilizadas con fines de experimentación:

Cada especie cuenta con características etológicas particulares, es decir que la manipulación y el manejo deben realizarse de acuerdo con parámetros establecidos para cada especie, esto debe ser medible y cuantificable a partir de los indicadores independientes que posee cada especie. De esta manera se puede establecer un protocolo de experimentación seguro para el animal, para el humano y para el medio ambiente; los parámetros para tener en cuenta son:

1. Ventilación.
2. Temperatura y humedad.
3. Iluminación.
4. Ruido.
5. Alimentación.
6. Interacción social.
7. Confort general.

Estos parámetros son medibles a partir de indicadores fisiológicos y comportamentales que expresan los animales a partir de reacciones frente al ambiente y a los procesos a que son sometidos.

CONCLUSIONES

Es innegable el aporte fundamental que ha tenido la experimentación animal en las ciencias biomédicas. La opción de entender adecuadamente la fisiología de algún sistema en específico, la organización anatómica de algún individuo, el comportamiento de ciertas enfermedades, el potencial terapéutico de algunos medicamentos, entre otros, ha permitido la extrapolación de muchos de estos avances al campo de la medicina humana, mejorando sustancialmente la calidad de vida de las personas.

En la búsqueda de conocimiento científico que tenga validez y que aporte información certera sobre un fenómeno específico a partir de la experimentación animal, el control sobre las diferentes variables que puedan afectar este objetivo, es de vital importancia para que las investigaciones generen datos valiosos y útiles para su uso posterior. En relación con lo anterior, el mantenimiento de unas adecuadas condiciones de bienestar animal durante todas las etapas del experimento adquiere una gran relevancia, disminuyendo en gran medida la obtención de resultados que no tengan validez mediante el control de variables fisiológicas, sanitarias o conductuales, las cuales al verse alteradas por malas condiciones de manejo, podrían afectar seriamente los resultados del trabajo de investigación.

A partir de las consideraciones éticas relacionadas con la experimentación animal, la búsqueda de modelos que puedan reemplazar de forma parcial o definitiva el uso de animales está en constante desarrollo. El uso de células, tejidos, parásitos, plantas, entre otros, han demostrado su validez en ciertos tipos de estudios, en donde se logró reemplazar con éxito el uso de animales. Cuando no sea posible el reemplazo total de los animales en la experimentación el método científico dará las pautas para realizar dichas intervenciones, teniendo en cuenta asuntos cruciales que van desde la elección adecuada del modelo animal, el control de las variables que puedan afectar los resultados a través de protocolos de bienestar animal específicos de cada especie, y el tamaño de muestra adecuado, siempre buscando el menor número de individuos a utilizar sin arriesgar la validez de los resultados.

Cada una de las especies utilizadas en experimentación animal tienen necesidades específicas que deben ser conocidas previamente por los investigadores, características nutricionales,

ambientales y sociales, son algunas de las que se debe tener en cuenta para mantener niveles adecuados de bienestar. Para conocer el estado de bienestar de los animales de experimentación, se recomienda el uso de herramientas que permitan valorar de forma acertada los niveles de confort de los individuos que están en estudio. Las herramientas de valoración del bienestar a utilizar en el experimento se deben desarrollar teniendo en consideración variables que sean relevantes, medibles, controlables, y específicas de cada especie, la información de interés a recolectar de acuerdo con los objetivos planteados en el estudio, y la disponibilidad de recursos tanto humanos como tecnológicos. Para el cumplimiento de las anteriores consideraciones, se hace necesario un grupo interdisciplinario que aporte en la construcción de la herramienta de evaluación, a partir de la experiencia y conocimientos científicos de cada área.

La medicina veterinaria es una de las ramas de la medicina que desde su aporte científico procura mantener en niveles adecuados el nivel sanitario de los animales en experimentación, siempre desde un enfoque preventivo, con conocimientos de variables fisiológicas normales, comportamiento de diversas enfermedades de acuerdo a la especie, necesidades de vacunación y diferentes programas sanitarios, evita o disminuye en gran medida la presentación de enfermedades importantes que interfieran con los resultados, y con el confort de los individuos objeto de estudio.

A raíz del reconocimiento que se le dio a los animales como seres sintientes con necesidades de bienestar que deben ser respetadas, y a partir de la identificación de las dificultades en la obtención de resultados con validez científica, originadas en el pobre control que se tenía sobre las condiciones de confort óptimas, el bienestar animal busca desde enfoques como el científico, el social, y el político, aliviar de cierta manera las

inquietudes éticas e investigativas que se han originado a través del tiempo en la experimentación animal. Es por esto que a partir de lo expuesto en el presente capítulo, se invita a los investigadores involucrados en la experimentación animal tener en consideración todos los aspectos relacionados con las condiciones óptimas de bienestar animal, creando grupos de trabajo especializados que cuenten con un conocimiento amplio de los requerimientos específicos de la especie a utilizar, de las herramientas de valoración adecuadas y de las opciones de intervención al encontrar desviaciones, esto con el objetivo de controlar las diferentes variables que afecten el bienestar de los animales, evitando que situaciones inadecuadas durante el desarrollo del experimento interfieran con la validez de los resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balls M. (1994). Replacement of animal procedures: alternatives in research, education and testing. *Laboratory animals*, 28(3), 193–211. <https://doi.org/10.1258/002367794780681714>
- Boada Saña, Maria.; Colom Comí, Ana.; Castelló Echeverría, Nila. La experimentación animal. 2011. 1 recurs electrònic (202 p.). (Treballs de l'assignatura Deontologia Veterinària) <https://ddd.uab.cat/record/80084>
- Brousset H.J, D. M. (2020). *Exotic pet medical center*. Obtenido de http://www.exoticpetmedical-center.com.mx/especies_mamiferos_roedores_alimentacion.html
- Cardozo, C., Afife de Osorio, C., Martínez, C., Rodríguez, E. (2007). *El animal como sujeto experimental aspectos técnicos y éticos* [Internet]. 2007 [cited 2020 May 16]. Available from: https://www.paho.org/chi/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79-el-animal-como-sujeto-experimental-aspectos-tecnicos-y-eticos&category_slug=documentos-tecnicos&Itemid=1145

- Clingerman, KJ y Summers, L. (2012). Validación de un sistema de puntuación de condición corporal en macacos rhesus (*Macaca mulatta*): variabilidad inter e intra evaluador. *Revista de la Asociación Americana de Ciencias de Animales de Laboratorio: JAALAS*, 51 (1), 31–36.
- Colombia, Congreso de la República. (2000). *Ley 576 de 2000 de 15 de febrero de 2000. Por la cual se expide el Código de Ética para el ejercicio profesional de la medicina veterinaria, la medicina veterinaria y zootecnia y la zootecnia*. Bogotá: El Congreso.
- Comité Asesor Bioética Fondecyt Conicyt. (2009). Aspectos Bioéticos de la Experimentación Animal 4to Taller de Bioética. Organizado por Comité Asesor Bioética Fondecyt Conicyt.
- Craver J. (1994). Refinement in Laboratory Animal Science. It is Cinderella subject, and is there conflict and imbalance within the 3 Rs? *Scand J Lab Anim Sci*. 1994; (4): 161-167.
- Fernández, W, Zenia Batista-Castro, Marisel De Lucca, Ana Ruano, María García-Barceló, Marta Rivera-Cervantes, Julio García-Rodríguez, Soledad Sánchez-Mateos (2016). El 1, 2, 3 de la experimentación con animales de laboratorio.
- Garcés, L. (2016). Propuesta para Colombia de un estatuto en la experimentación con animales. *Escritos*. 2016; 24(53):413–32.
- Góngora Medina, Manuel. (2010). Reconocimiento y manejo del distress, sufrimiento y dolor en animales de laboratorio: una revisión. *Suma Psicológica*, 17(2), 195-200. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-43812010000200008&lng=en&lng=es
- Hawkins, P., Morton, D. B., Burman, O., Dennison, N., Honess, P., Jennings, M., Lane, S., Middleton, V., Roughan, J. V., Wells, S., & Westwood, K. (2011). A guide to defining and implementing protocols for the welfare assessment of laboratory animals: eleventh report of the BVA/AFW/FRAME/RSPCA/UFWA Joint Working Group on Refinement. *Laboratory Animals*, 45(1), 1–13. <https://doi.org/10.1258/la.2010.010031>
- Hartung, T. (2017). Evolution of toxicological science: the need for change. *International Journal of Risk Assessment and Management*, 20(1/2/3), 21. Recuperado de <https://doi.org/10.1504/IJRAM.2017.082570>
- Honess, PE, Gimpel, JL, Wolfensohn, SE, y Mason, GJ (2005). Puntuación de alopecia: la evaluación cuantitativa de la pérdida de cabello en macacos cautivos. *Alternativas a los animales de laboratorio*, 33 (3), 193–206. <https://doi.org/10.1177/026119290503300308>
- International primatological society. (2007). *DIRECTRICES INTERNACIONALES PARA LA ADQUISICIÓN, EL CUIDADO Y LA REPRODUCCIÓN DE PRIMATES NO HUMANOS IPS*. Obtenido de [http://www.internationalprimatologicalsociety.org/docs/IPS%20International%20Guidelines%20for%20the%20Acquisition,%20Care,%20and%20Breeding%20of%20Non-human%20Primates%20Second%20Edition%20\(Spanish%20Translation\).pdf](http://www.internationalprimatologicalsociety.org/docs/IPS%20International%20Guidelines%20for%20the%20Acquisition,%20Care,%20and%20Breeding%20of%20Non-human%20Primates%20Second%20Edition%20(Spanish%20Translation).pdf)
- López, Claudia. 2005. Normas básicas para la mantención de ratones y ratas de laboratorio. TecnoVet.
- Prescott, M & Lidster, K. (2017). Improving quality of science through better animal welfare: the NC3Rs strategy. *Lab Animal volumen*, 46, pages152–156
- Mason, G. J. (2006) Stereotypic behaviour in captive animals: fundamentals and implications for welfare and beyond. En G. Mason & J. Rushen (Ed.), *Animal behavior fundamentals and applications to welfare* (pp. 325-351) United Kingdom: CABI.
- Mellor DJ, Reid CSW. (1994). Concepts of animal well-being and predicting the impact of procedures on experimental animals. In: Baker RM, Jenkins G, Mellor DJ, eds. *Improving the Well-being of Animals in the Research Envi-*

- ronment. Glen Osmond, Australia: ANZCCART, 1994:3–18
- Monamy V. (2009). *Animal experimentation: A guide to the issues*. Cambridge University Press, New York, USA.
- NC3R . (2020). National Centre for the Replacement Refinement y Reduction of Animal Research. Obtenido de <https://nc3rs.org.uk/>
- NUCLEUS. (2005). Analgesia en animales de experimentación. <https://nucleus.usal.es/sites/default/files/servicios/sea/formularios/PNSEA3.pdf>
- OIE. (2013). Código sanitario para los animales terrestres. Volumen I. Vigésima segunda edición, 2013.
- Philbin, NB (1998). Hacia una comprensión del comportamiento estereotípico en macacos de laboratorio.
- Practical Animal Handling in Small Mammals. Assessing the Health and Welfare of Laboratory Animals (<http://ahwla.org.uk/site/tutorials/BVA/BVA07-GPig/GPig.html>)
- Reyero, A. M., Rodríguez Gómez, J., & G. Rodríguez, F. (2020). Normas éticas para el cuidado y utilización de los animales de experimentación. *Cirugía Española*, 10-13.
- Russell, W. M. S. (1995). The development of the three Rs concept. *Alternatives to Laboratory Animals* : ATLA, 23(3), 298–304.
- Sánchez Hernández , B. J., & Rodríguez Balderas, C. A. (s.f.). *Instituto Nacional de Neurología y Neurociencia "Manuel Velasco Suárez"*. Obtenido de http://www.innn.salud.gob.mx/descargas/investigacion/bioterio/t_valores_fisiologicos.pdf
- Sotocinal Susana G, Robert E Sorge, Austin Zaloum, Alexander H Tuttle, Loren J Martin, Jeffrey S Wieskopf, Josiane CS Mapplebeck, Peng Wei, Shu Zhan, Shuren Zhang, Jason J McDougall, Oliver D King & Jeffrey S Mogil. (2011). The Rat Grimace Scale: A partially automated method for quantifying pain in the laboratory rat via facial expressions. *Molecular Pain*. (2011)
- Tadich, T., Franchi, V., & Navarrete, D. (2013). Tricofagia en chinchillas (*chinchilla lanígera*): un problema de bienestar animal. *Avances en Ciencias Veterinarias*, 28(2), Pág. 41-48. doi:10.5354/0719-5273.2014.30205
- The macaque web site. National centre for the Replacement, Refinement, and Reduction of Animals in Research <https://www.nc3rs.org.uk/macques/>
- Universidad Nacional de Colombia. (2020). *Comité de Bioética*. Obtenido de <http://medicina-veterinariaydezootecnia.bogota.unal.edu.co/comite-de-bioetica/>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2020). Disposiciones Generales del Plan Institucional para el Cuidado y Uso de los Animales de Laboratorio en la Facultad de Química. Recuperado de https://quimica.unam.mx/wp-content/uploads/2017/01/CICUAL_FQ_revisado.pdf
- Universitas Miguel Hernández. (2016). *Servicio experimentación animal*. Obtenido de Escalas de valoración del dolor en animales de experimentación: <https://sea.umh.es/novedades-y-documentos-de-interes/escalas-de-valoracion-del-dolor-en-animales-de-experimentacion/>
- Van Praag, H., Kempermann, G., & Gage, F. H. (2000). Neural consequences of environmental enrichment. *Nature reviews. Neuroscience*, 1(3), 191–198. <https://doi.org/10.1038/35044558>
- Wolfensohn, S. y Lloyd, M. (2003). *Manual de gestión y bienestar de animales de laboratorio*, tercera edición.

Capítulo 3

PROGRAMAS DE USO, CUIDADO Y COMITÉS DE ÉTICA, RELACIONADOS CON LOS ANIMALES USADOS EN INVESTIGACIÓN EN COLOMBIA

MANUEL EDUARDO GÓNGORA-MEDINA¹

ALEJANDRO RAMÍREZ-HERNÁNDEZ²

JESÚS ALFREDO CORTÉS-VECINO³

-
- 1 Médico Veterinario. MSc. en Ciencias Veterinarias. Coordinador Unidad de Biología Comparativa. Pontificia Universidad Javeriana. Presidente Asociación Colombiana para la Ciencia y Bienestar de los Animales de Laboratorio. Centro de Investigación en Biomodelos (CIBIOM).
 - 2 Médico Veterinario. Esp. Ciencia y Bienestar del Animal de Laboratorio. MSc. Infecciones y Salud en el Trópico. Ph.D. Epidemiología Experimental Aplicada a Zoonosis. Investigador Centro de Investigación en Biomodelos (CIBIOM). Investigador Grupo Parasitología Veterinaria Universidad Nacional de Colombia.
 - 3 Médico Veterinario, MSc. en Infecciones y Salud en el Trópico y Ph.D. en Ciencias Agropecuarias - Área Agraria. Docente e Investigador. Grupo Parasitología Veterinaria. Coordinador Laboratorio de Parasitología Veterinaria y Bioterio. Departamento de Salud Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Presidente Comité de Ética en Investigación - sede Bogotá. Universidad Nacional de Colombia.

RESUMEN

El uso y cuidado de los animales destinados para investigación y docencia se sostiene en pilares fundamentales como el Programa Institucional de Uso y Cuidado de Animales (PICUA) y los Comités de Ética o Comités Institucionales para el Uso y Cuidado de Animales (CICUA). En Colombia, aunque no hay un soporte normativo para el primero, si se encuentra para el segundo a través del Estatuto Nacional de Protección Animal (Ley 84 de 1989). No obstante, dada la ausencia de control y liderazgo estatal y, por otro lado, dado el dinamismo permanente de la ciencia que involucra al uso de modelos animales, varias instituciones en Colombia han desarrollado procesos basados en normativas y guías internacionales, así como en regulaciones nacionales, para estructurar Programas y Comités basados en principios éticos y conocimiento técnico alrededor del animal usado en investigación. El presente texto contiene una revisión de los conceptos técnicos y normativos en torno al PICUA y CICUA (o Comité de Ética) e incluye algunos comentarios y reflexiones acerca de su desarrollo histórico e implementación en Colombia.

Palabras clave: Ciencia del animal de laboratorio; Experimentación animal; IACUC; bienestar Animal; Modelos animales.

INTRODUCCIÓN

El uso y cuidado de animales usados en investigación y docencia se sostiene en pilares fundamentales como el Programa Institucional de Uso y Cuidado de Animales (PICUA) y los Comités de Ética o Comités Institucionales para el Uso y Cuidado de Animales (CICUA). El Programa involucra todas las actividades realizadas por y en la institución que tienen un impacto directo en el bienestar de los animales. Como componente de este se encuentra el CICUA, el cual se encarga, entre otras funciones, de la supervisión del programa y de todas las actividades que involucran el uso de animales en una institución.

En el presente texto se abordará la historia de los Programas y su desarrollo en Colombia; su implementación a nivel institucional; las normativas y principios que lo rigen; su gestión; los roles y responsabilidades en el mismo; la supervisión de actividades; el ambiente, alojamiento y manejo de los animales; la atención veterinaria; instalaciones y equipos; y salud ocupacional. Adicionalmente, se analizará la conformación de los Comités de Ética, sus funciones y las respectivas solicitudes o formatos para el uso de animales en una institución.

El objetivo del presente capítulo es presentar y profundizar estos conceptos y ubicarlos en el con-

texto legal, histórico y de desarrollo a nivel nacional. También se aportan algunas reflexiones con el fin de contribuir a la construcción de nuevos escenarios que permitan el avance en el bienestar y la ciencia de los animales usados en investigación y docencia en Colombia.

PROGRAMAS DE CUIDADO Y USO DE ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN

Historia de los programas y su desarrollo en Colombia

El uso de biomodelos en el ámbito científico se inició con la disección de animales para la educación y el entrenamiento de investigadores, médicos y profesionales de diferentes áreas del conocimiento. El desarrollo de estas prácticas y otras similares, eventualmente fomentaron la creación de las primeras sociedades para la prevención del maltrato animal en donde se incluían los animales de experimentación. Con el paso del tiempo, estas sociedades junto con otras organizaciones promovieron la postura social que generó el desarrollo de las leyes y las normativas que actualmente regulan el cuidado y uso de los animales utilizados como modelos experimentales (Taylor, 2018).

La implementación de nuevos estándares en la experimentación con animales inicio unos años después de finalizada la segunda guerra mundial, en ese momento de la historia laboratorios farmacéuticos y centros científicos fomentaron el uso de modelos animales dentro de sus investigaciones; no obstante, la baja homogeneidad de los resultados y la dificultad en replicarlos llevo a diferentes profesionales veterinarios a formar grupos de trabajo que empezaron a compartir información, refinando nuevas prácticas de investigación. Esta etapa se desarrolló de manera

simultánea con la creación de entidades como la oficina de animales de laboratorio del Reino Unido en 1947 y el panel de cuidado animal de Estados Unidos en 1950 (ACP), quienes publicaron la primera guía para instalaciones y cuidado de animales de laboratorio. Más adelante, el panel de cuidado animal crearía el comité de certificaciones para instalaciones de animales de investigación que se convertiría años más tarde en la asociación internacional para la evaluación y acreditación de programas de cuidado y uso de animales de laboratorio (AAALAC Int.), y la guía que empezaba a moldear los principios de un programa se fue actualizando por AAALAC hasta su octava edición en donde se incluyen los componentes que manejamos actualmente a nivel de instalaciones, equipos, bioseguridad, salud ocupacional, atención veterinaria, ambientes, alojamiento y manejo entre otros.

En la última década varias instituciones en Colombia han iniciado la conformación de Comités Institucionales de Cuidado y Uso de Animales en la investigación (CICUAS), como primera aproximación en el desarrollo de sus Programas Institucionales de Cuidado y Uso de Animales (PICUAS). En el 2010 se organiza el primer encuentro nacional de CICUAS en donde se crea la Red Colombiana de CICUALES como una iniciativa común para el intercambio de información relacionada con el funcionamiento de estos comités y así fomentar su conformación y fortalecimiento dentro de las diversas instituciones que manejan animales de investigación en Colombia (Lesmes y Cardona, 2010). En el 2011 se organiza un segundo encuentro en donde se reunieron profesionales de diferentes regiones del país y se profundizó en temas relacionados con el funcionamiento de los PICUAS, contando con la participación de conferencistas de Europa y Estados Unidos. Más adelante, en el 2013 se realiza un tercer encuentro que sirve para la creación de la Asociación Co-

lombiana para la Ciencia y Bienestar del Animal de Laboratorio (ACCBAL), fruto de la iniciativa de diversos profesionales que buscaban reactivar este proyecto de sociedad que se venía gestando desde 1993.

Estos escenarios cimentaron las bases para que, en el 2013, instituciones como la Pontificia Universidad Javeriana y la Universidad de los Andes empezaran con el desarrollo de sus PICUAS gestionados por médicos veterinarios formados en la ciencia del animal de laboratorio. El primer paso fue el desarrollo de una normativa interna referida en tres documentos de conformación: los principios institucionales del cuidado y uso de los animales de laboratorio, la directriz de bienestar del animal de laboratorio y el acta de constitución del CICUA. Posteriormente, cada institución realizó un acto administrativo que de manera oficial reglamentaba el funcionamiento de sus programas tomando como referente de desarrollo la octava edición de la guía para el cuidado y uso de los animales de laboratorio del National Research Council, las leyes nacionales definidas en el estatuto de protección animal (ley 84 de 1989), las normas científicas y técnicas para la investigación en salud (resolución 8430 de 1993) y la normativa interna generada. Cada uno de los componentes del programa fue desarrollado con el apoyo de algunas dependencias institucionales, como las oficinas de recursos físicos, salud y seguridad en el trabajo y aseguramiento de la calidad, entre otros. Por otro lado, el acompañamiento de pares internacionales ha sido de vital importancia para mantener la mejora continua en el crecimiento observado en los últimos años.

La implementación de programas de cuidado y uso de animales de laboratorio es una herramienta fundamental en la generación de buenas prácticas en la investigación con modelos animales. En Colombia se observa un interés creciente en

la adopción de este tipo de modelos con ventajas como la disminución de la variabilidad experimental, la calidad de los resultados y la promoción del bienestar animal que resulta en un beneficio para las instituciones y los investigadores. Actualmente existen entidades como ACCBAL y la Red Colombiana de CICUALES que dentro de su misión promueven y apoyan la creación e implementación de este tipo de programas.

Implementación de un Programa de Cuidado y Uso de Animales de Experimentación

La guía para el cuidado y uso de animales de laboratorio (National Research Council - NRC, 2011) define el programa como: las actividades realizadas por y en la institución que tienen un impacto directo en el bienestar de los animales, incluyendo su manejo zootécnico y cuidados veterinarios, los procedimientos y las políticas institucionales, el manejo y supervisión del personal y del programa, la seguridad y salud ocupacional, las funciones del CICUA, y el diseño y manejo de los bioterios. Estos componentes, su alcance y aplicación se detallarán en los numerales 3.3.3 al 3.3.10.

Normativas y principios

Un programa robusto desde su planeación incluye políticas, principios y procedimientos (NRC, 2011), en Colombia no existen políticas públicas que regulen las prácticas con animales de laboratorio; no obstante, las leyes o normativas gubernamentales anteriormente descritas deben verse reflejadas en su funcionamiento.

Los principios éticos y de uso son planteamientos generales que suelen ser aceptados internacionalmente; por ejemplo, la utilización de los animales de laboratorio es un privilegio otorgado por la sociedad y debe proporcionar un avance en

el conocimiento científico o un aporte en el bienestar animal y/o humano (McCarthy, 1999; Perry, 2007), la aplicación de las 3Rs (Russel y Burch, 1959) es una herramienta en la estandarización de las prácticas de los bioterios y en el diseño de los experimentos, y la implementación de un ambiente de cuidado humanitario en donde se promueve el respeto por los animales es esencial y forma la base del sistema de autorregulación de los PICUAS (Klein y Bayne, 2007). Estos lineamientos y otras declaraciones como los principios del consejo de organizaciones internacionales de ciencias médicas (CIOMS) y las pautas de la organización mundial de sanidad animal (OIE, 2019), deben ser incluidos dentro de los referentes en el funcionamiento del programa.

Los procedimientos operativos estandarizados (POES) se deben elaborar con el detalle de los procesos explicando los pasos de una manera secuencial, su propósito es garantizar la aplicación consistente de los componentes del programa y facilitar el cumplimiento de los reglamentos y las operaciones definidas (NCR, 2011). La tabla 18

muestra un ejemplo del listado maestro de procedimientos operativos estandarizados en donde se manejan como áreas documentales los componentes del programa.

Gestión del programa

El programa debe contar con una estructura de organización en donde la autoridad y las responsabilidades están definidas, los roles que lo conforman son el responsable institucional, el responsable de la atención veterinaria y el CICUA. Otras figuras importantes que deben tenerse en cuenta son los investigadores, los técnicos y auxiliares de bioterios, y el personal de otras dependencias de la institución (recursos físicos, salud y seguridad en el trabajo, etc.). De manera general todos los integrantes del programa establecen las políticas y los procedimientos asegurando su adecuado funcionamiento, es de vital importancia definir este esquema al diseñar el programa y describirlo en manuales o documentos que soporten las funciones y las responsabilidades de los integrantes.

Tabla 19. Ejemplo de un listado maestro de documentos que incluye procedimientos operativos estandarizados para las diferentes actividades del programa.

Componente del PICUA	Procedimientos operativos estandarizados	
CICUA	Reglamento y manual de Funciones del CICUA	Desarrollo y acompañamiento de protocolos avalados
	Procesos administrativos del CICUA	Informar e investigar preocupaciones
	Solicitud y aval de utilización de modelos animales con fines experimentales	Inspecciones del PICUA
Formación	Formación y entrenamiento del Personal	
Salud y seguridad en el trabajo	Manual de bioseguridad y salud en el trabajo del PICUA	Guía local de emergencias del bioterio
	Manejo de residuos	Uso de áreas ABSL-2

Componente del PICUA	Procedimientos operativos estandarizados	
Ambiente Alojamiento y Manejo	Medición de variables ambientales	Transporte de materiales e insumos
	Rondas diarias	Ambiente, alojamiento y manejo de peces Cebra
	Enriquecimiento Ambiental	Ingreso y tránsito del personal
	Cambio de encamado y lavado del material del microambiente	Manejo de bodegas de almacenamiento
	Limpieza y desinfección del macroambiente	Monitoreo de ambientes
	Alojamiento y manejo de población de animales	Manejo y control de plagas
	Esterilización de insumos y materiales	
Atención Veterinaria	Compra y transporte de animales	Administración de sustancias y toma de muestras sanguíneas en animales de laboratorio
	Monitoreo sanitario y genético en animales	Cirugía en animales de laboratorio
	Cuarentena en animales de laboratorio	Manejo de medicamentos
	Identificación de dolor, malestar y/o angustia en animales de laboratorio	Reproducción de animales de laboratorio
	Anestesia y analgesia en animales de laboratorio	Sujeción en animales de laboratorio
	Semiología, diagnóstico y tratamiento médico en animales de laboratorio	Restricción de alimento en animales de laboratorio
	Eutanasia y necropsia en animales de laboratorio	Programa de atención veterinaria en peces cebra
Instalaciones y Equipos	Procedimiento general de instalaciones	Manejo de equipos y/o sistemas

Nota: La tabla 18 muestra solo algunos ejemplos de los procedimientos operativos que se deben documentar en el programa. Estos deben ser complementados con instructivos, manuales y formatos de registro que permitan recolectar datos e información adicional.

Así mismo, la formación del personal en las actividades de gestión garantizará un uso eficiente de los recursos, lo que facilitará alcanzar y mantener altos estándares de calidad científica y bienestar animal (Bayne y Garnett, 2008).

Un ejemplo de esta estructura organizacional se observa en la Imagen 2, en donde se mues-

tra el esquema de un PICUA en una institución colombiana. En el nivel superior está el comité general de supervisión del programa que es integrado por los vicerrectores, los decanos de las facultades usuarias de los bioterios, el director de recursos físicos, el responsable institucional y los miembros delegados del CICUA. El coordinador general del PICUA presenta una vez al año un informe de gestión a este comité en donde se revisan los indicadores de desarrollo, el crecimiento y cumplimiento. Igualmente, se plantean las necesidades para el mantenimiento del programa.

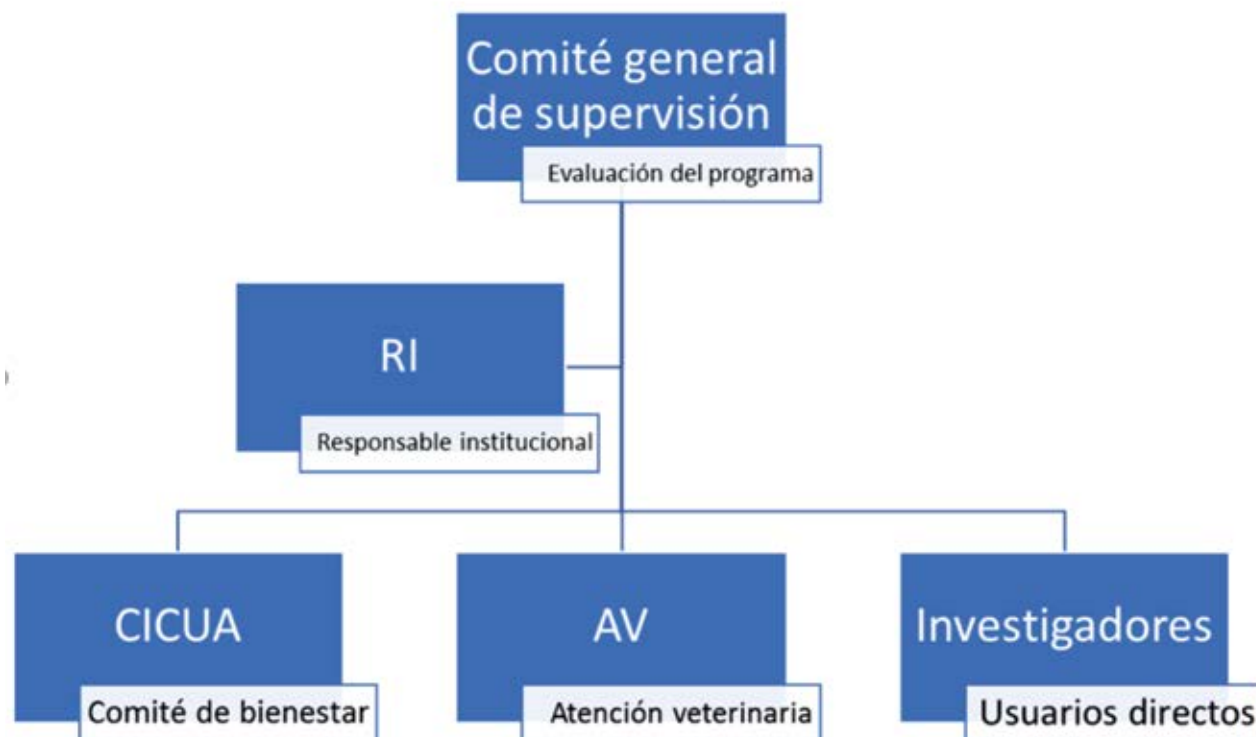


Imagen 2. Ejemplo del esquema organizacional de un PICUA.

Roles y responsabilidades

El responsable institucional (RI) es el garante principal del programa y debe tener la autoridad y los recursos necesarios para asegurar su funcionamiento (NRC, 2011). Para ello, el responsable de la atención veterinaria y la presidencia del CICUA deben comunicar oportunamente las necesidades o requerimientos. Una práctica recomendable debe incluir el envío de un informe anual al RI con los resultados de las inspecciones bianuales del programa que son realizadas por los miembros del CICUA.

Atención veterinaria (AV) es responsable de la salud y el bienestar de todos los animales utilizados con fines científicos en la institución (NRC, 2011), desarrollando prácticas veterinarias que incluyen el manejo de los casos clínicos, registros médicos,

rondas regulares de los animales y supervisión de cuarentenas (American College of Laboratory Animal Medicine, 1996). Por otro lado, supervisa el desarrollo de aspectos como el manejo zootécnico y el alojamiento. Este rol debe ser ocupado por médicos veterinarios formados en la ciencia del animal de laboratorio, con experiencia en la biología, medicina y comportamiento de las especies animales que se usen como biomodelos; por ejemplo, roedores, lagomorfos, peces, anfibios y primates, entre otros.

El CICUA es el comité encargado de la revisión, aval y supervisión de los protocolos de investigación con animales que se desarrollen en la institución. Igualmente, es responsable de la evaluación y supervisión de los componentes del programa y de las instalaciones dedicadas al cuidado y uso de animales de experimentación.

Supervisión

El CICUA cuenta con varias estrategias para realizar las actividades de supervisión, es recomendable que estas sean programadas en un cronograma anual que se elabora iniciando el año e incluye fechas y responsables. La asignación de los miembros del comité para las actividades de supervisión debe realizarse según su experticia y previamente se deberían desarrollar jornadas de capacitación para asegurar una verificación efectiva. Existen diferentes metodolo-

gías que puede adoptar el comité para evaluar el grado de desarrollo de un programa, en todos los casos se establecen indicadores en cada componente y se plantean no conformidades o acciones preventivas según los hallazgos encontrados. La tabla 19 muestra un ejemplo de cómo puede ser desarrollada una lista de chequeo para realizar las evaluaciones, esta fue desarrollada tomando como base las recomendaciones de la oficina de bienestar del animal de laboratorio del instituto nacional de salud de Estados Unidos (Office of Laboratory Animal Welfare-OLAW, 2010).

Tabla 20. Ejemplo de una lista de chequeo para la supervisión del PICUA

Programa Institucional de Cuidado y Uso de Animales (PICUA)		
Comité Institucional de Cuidado y Uso de Animales (CICUA)		
INSPECCIONES DEL PICUA		
Fecha: (DD/MM/AA)		Auditor(es):
Nº	Descripción	Cumplimiento
1	Procedimiento de ingreso a las instalaciones	
2	La construcción de los corredores es apropiada (Guía, p 136)	
3	Los pisos de las instalaciones son adecuados (Guía, p 137)	
4	El material de techos y paredes es apropiado (Guía, p 138)	
5	Los sistemas de aire acondicionado son apropiados (Guía, p 139)	
6	Los sistemas de iluminación son apropiados (Guía, p 141)	
7	El monitoreo de ambientes es apropiado (Guía, p 143)	
8	Existe una zona central para desinfectar cajas y equipos (Guía, p 143)	
9	Los materiales de puertas, ventanas, pisos, drenajes, muros y techos son apropiados (Guía, p 136-138)	
10	El diseño de acceso (incluyendo el tamaño de la puerta) facilita el uso (Guía, p 143)	
11	El espacio es suficiente para el estacionamiento y las maniobras (Guía, p 143)	
12	Existe tránsito apropiado de material sucio a limpio y viceversa sin contaminación de procesos (Guía, p 143)	
13	Existe aislamiento y/o atenuación del sonido presente de acuerdo con las necesidades	
14	La ventilación controla la carga de calor y humedad (Guía, p 143)	
15	Están en uso medidas de seguridad como documentos, señales de advertencia, estaciones de lavado de ojos, entre otros (Guía, p 143)	
16	Los dispositivos de seguridad para evitar el atrapamiento de la lavadora y los autoclaves o sistemas de esterilización están en funcionamiento (Guía, p 143)	
17	Existen procedimientos de monitoreo a los sistemas de esterilización (Guía, p 119, 145)	
18	El almacenamiento de los materiales autoclavados permite mantener la esterilidad	
19	Las áreas de alojamiento de animales están separadas de las de uso común del personal (Guía, p 134)	
18	Existe separación por especies (Guía, p 111)	
19	Existe separación por estado sanitario (Guía, p 111)	

Bioética, bienestar y la experimentación con animales

N°	Descripción	Cumplimiento
20	Existe seguridad y control de acceso a las áreas con animales (Guía, p 151)	
21	Las puertas de las instalaciones de alojamiento de animales son apropiadas (Guía, p 137)	
22	No existen ventanas exteriores en las salas de alojamiento de animales (Guía, p 137)	
23	Los sistemas de drenaje son apropiados (Guía, p 138)	
24	El monitoreo de ambientes es apropiado (Guía, p 143)	
25	El manejo de temperatura y humedad dentro del cuarto de alojamiento de animales y dentro de la caja es apropiado (Guía, p 43)	
26	El control de la ventilación y la calidad del aire es apropiado (Guía, p 45)	
27	El control de iluminación es apropiado (Guía, p 47)	
28	El control de ruido y vibración es apropiado (Guía, p 49)	
29	El encierro primario es adecuado para las necesidades fisiológicas, sociales y comportamentales de los animales (Guía, p 51, 55-63)	
30	El encierro primario provee seguridad a los animales (Guía, p 51)	
31	Los materiales usados para el encierro primario son duraderos, no tóxicos, se encuentran en buen estado y no representan riesgo de lesión (Guía, p 51)	
32	El suelo del encierro primario es seguro y apropiado para las especies (Guía, p 51)	
33	El material de enriquecimiento ambiental es adecuado (Guía, p 52)	
34	Se hacen evaluaciones objetivas de la efectividad del alojamiento (Guía, p 52)	
35	Los procedimientos para la cría de animales están documentados (Guía, p 52)	
36	Los animales alojados socialmente pueden escapar o esconderse para evitar la agresión (Guía, p 55)	
37	La altura de la jaula o caja proporciona espacio libre adecuado (Guía, p 56)	
38	Los animales pueden expresar posturas naturales, dar la vuelta, descansar lejos de la orina y las heces y pueden tener acceso libre al agua y al alimento (Guía, p 56) [Obligatorio]	
39	Excepciones en los espacios de alojamiento son avaladas por el CICUA y son realizados índices de bienestar (Guía, p 56)	
40	Se suministran estructuras o recursos que promuevan las conductas típicas de los animales (Guía, p 52-54)	
41	Protocolos específicos de enriquecimiento en el alojamiento, incluyendo comportamiento y actividad son desarrollados y revisados regularmente por el CICUA, los investigadores y Atención Veterinaria (Guía, p 53, 58, 60, 63)	
42	El personal de cuidado de los animales recibe capacitación para identificar comportamientos anormales de los animales (Guía, p 53)	
43	Se controla la incompatibilidad de parejas o grupos (Guía, p 64)	
44	El alojamiento individual se limita al período mínimo necesario (Guía, p 64)	
45	Se proporciona enriquecimiento ambiental adicional para los animales alojados individualmente (Guía, p 64)	
46	El alojamiento individual es revisado regularmente por el CICUA y por Atención Veterinaria (Guía, p 64)	
47	Se realiza habituación a los procedimientos de rutina y procedimientos experimentales (Guía, p 64)	
48	El suministro de alimento es apropiado (Guía, p 65-67)	
49	Se tienen en cuenta procedimientos para prevenir la contaminación del alimento (Guía, p 65)	
50	Los alimentos se mantienen en contenedores sellados (Guía, p 66)	
Puntaje Consolidado por sección		

Fuente: OLAW, 2010

Nota: La lista de chequeo incluye 300 criterios que se evalúan en los diferentes componentes del programa. El modelo utiliza variables dicotómicas (1 si cumple / 0 si no cumple), lo que permite obtener un indicador final de desarrollo. Si la variable evaluada no cumple se pueden levantar no conformidades (NC), las cuales deben ser corregidas por el responsable del área específica con seguimiento del CICUA.

Ambientes, alojamiento y manejo

El control de los ambientes, la calidad del alojamiento y las prácticas zootécnicas de manejo son pilares fundamentales en el funcionamiento de un programa, la estandarización de estos componentes promueve el bienestar generando buenos resultados experimentales. Los ambientes inmediatos que tienen contacto con los animales se denominan “microambientes”, en estos entornos se deben mantener variables definidas para las necesidades biológicas de las especies. Por ejemplo, la zona de termoneutralidad es el rango de temperatura en donde se mantiene un estado de confort sin necesidad de activar mecanismos compensatorios por frío o calor (Gordon, 2004), en los roedores de laboratorio se recomienda manejar valores entre 20 y 26°C e incluir materiales de enriquecimiento que faciliten la construcción de nidos, permitiendo a los animales controlar la temperatura del entorno (Gaskill *et al.*, 2013). Otras variables ambientales que se deben regular son la humedad relativa (Clough, 1982), la intensidad de luz (Azar *et al.*, 2008), el fotoperíodo (Beaumont, 2002), la intensidad de sonido (Pekrul, 1991), los niveles de amoníaco y las posibles fuentes de vibraciones (Carman *et al.*, 2007). Para manejar adecuadamente este componente el PICUA debe contar con una metodología para su medición, registro y corrección, el uso de equipos con sensores que registren las variables con una frecuencia definida es una estrategia eficaz que permite identificar oportunamente las desviaciones.

El alojamiento debe contar con suficiente espacio y proveer los recursos para satisfacer las necesidades fisiológicas y comportamentales de las especies, las densidades de los encierros deben ser cuidadosamente establecidas tomando como referente los parámetros citados en las guías y normativas (NRC, 2011). Como criterio mínimo el espacio debe permitir la expresión de posturas normales y comportamientos evolutivos con libre acceso al agua y alimento (Clarence *et al.*, 2006; MacLean *et al.*, 2009), varios estudios han encontrado que inadecuadas condiciones de alojamiento suelen desencadenar cambios en el comportamiento de los animales con pérdidas de bienestar importantes (Garner, 2005; Van Praag *et al.*, 2002). El programa debe garantizar un sistema de alojamiento social en parejas o grupos compatibles ya que estas interacciones son esenciales para un adecuado desarrollo (Bayne, 2005; Hall, 1998). Estas condiciones deben ser revisadas y modificadas por el responsable de atención veterinaria y el CICUA teniendo en cuenta índices de rendimiento a nivel de salud, reproducción, crecimiento, actividad y uso del espacio.

Diferentes tipos de enriquecimiento ambiental pueden ser añadidos a los sistemas de alojamiento con el fin de mejorar el bienestar animal al proporcionar estímulos sensoriales y motores adicionales (Young, 2003). Estos elementos deben ser seleccionados con base en las características de la especie animal; por ejemplo, los ratones prefieren los materiales para la construcción de nidos (Gaskill *et al.*, 2009; Hess *et al.*, 2008; Olsson *et al.*, 2002), las ratas las estructuras para perchar, los conejos estructuras elevadas (Stauffacher, 1992) y los cobayos los refugios (Baumans, 2005). El PICUA debe contar con un programa de enriquecimiento ambiental, el cual es avalado y supervisado por el responsable de la atención veterinaria y el CICUA.



Imagen 3. Sistema de aislamiento social en conejos. (Utilizada con autorización de la Unidad de Biología Comparativa, Universidad Javeriana.)



Imagen 4. Componentes utilizados para la nidificación en ratones. (Utilizada con autorización de la Unidad de Biología Comparativa, Universidad Javeriana.)



Imagen 5. Uso de refugios y fuentes de heno en cobayos. (Utilizada con autorización de la Unidad de Biología Comparativa, Universidad Javeriana.)



Imagen 6. Uso de materiales para perchar (lifespan) en ratas. (Utilizada con autorización de la Unidad de Biología Comparativa, Universidad Javeriana.)

Nota: Ejemplos de materiales de enriquecimiento ambiental asociados al alojamiento. La Imagen 3 muestra un sistema de alojamiento social en conejos, con repisas elevadas, refugios y suplemento de heno. La Imagen 4 muestra tres componentes utilizados para la nidificación en ratones (envirodry, shavings de álamo y bio-huts). La Imagen 5 muestra el uso de refugios y fuentes de heno en cobayos y la Imagen 6 muestra el uso de materiales para perchar (lifespan) en ratas. Imágenes cortesía, Unidad de Biología Comparativa, Pontificia Universidad Javeriana.

Diferentes prácticas zootécnicas de manejo deben ser desarrolladas en el PICUA para el cuidado de los animales de experimentación. Estas prácticas incluyen: suministro de alimento que cubra las necesidades nutricionales y comportamentales de los animales, utilizando fuentes palatables y libres de contaminantes. Acceso a agua potable con métodos de purificación y dispositivos de suministro adecuados para la especie. Materiales de cama absorbentes que minimicen el crecimiento de microorganismos, eviten el contacto con heces u orina y no presenten residuos nocivos para los animales (Perkins *et al.*, 1995); en este contexto, virutas de álamo o chopo son fuentes de madera ideal y los procesos de tratamiento previos garantizan un uso seguro para los animales (Vessel *et al.*, 1967). Prácticas de higiene como los cambios de cama y la limpieza-desinfección del microambiente deben tener una frecuencia e intensidad definida que permita mantener un ambiente saludable para los animales, los métodos dependen del sistema de alojamiento (rack ventilado, jaulas convencionales, etc.), la especie y la eficiencia de los materiales del lecho (Schondelmeyer *et al.*, 2006). Adicionalmente, las prácticas de higiene deben incluir el lavado y desinfección de todas las áreas y superficies del bioterio, diferentes protocolos y productos químicos se pueden utilizar manteniendo sistemas rotacionales y métodos

complementarios como los vaporizadores de peróxido de hidrógeno (Krause *et al.*, 2001).

La eliminación de residuos convencionales, biológicos y peligrosos se debe hacer con regularidad (Hill, 1999), siguiendo las normas establecidas por la institución y por la autoridad ambiental para su adecuada disposición. Así mismo, se debe mantener un programa de control de plagas y vectores que garantice la eliminación de estos contaminantes en el entorno animal (Easterbrook *et al.*, 2008).

El último aspecto que abordan las prácticas zootécnicas de un PICUA se relaciona con la supervisión constante de los animales; en este punto se deben implementar protocolos de cuidado (rondas diarias), que aseguren observaciones diarias incluyendo la inspección de las condiciones del macro y microambiente. Las rondas deben realizarse por personal calificado cubriendo días dominicales y feriados, el personal veterinario debe estar disponible en todo momento para el manejo de las emergencias médicas que se puedan presentar (Vogelweid, 1998).

Atención veterinaria

La atención veterinaria es un componente importante del programa de cuidado y uso de animales de experimentación, su función principal es supervisar la salud y bienestar de los animales, brindando atención clínica en los casos necesarios (NRC, 2011). Los veterinarios que integran el PICUA deben tener formación o experiencia previa en la ciencia del animal de laboratorio, así mismo deben contar con conocimientos en la biología y medicina de las especies animales alojadas con fines científicos en la institución. No todas las actividades de este componente se realizan por médicos veterinarios, por ejemplo, la manipulación, administración de trata-

mientos, inmovilización, eutanasias, anestесias o cirugías pueden ser desarrolladas por otros profesionales que previamente han sido formados. En todos los casos, los veterinarios orientan y supervisan el desempeño del personal en estas actividades.

Los aspectos que incluye la atención veterinaria son: la compra y transporte de animales, en donde el origen y las necesidades se delimitan para la atención de colonias o proyectos de investigación. El transporte debe cumplir con los lineamientos establecidos en las normas o guías y utilizar vehículos con condiciones controladas que eviten contaminantes y mantengan el bienestar de los animales (Maher, JA., Schub, T 2004). El programa de medicina preventiva es otro aspecto a tener en cuenta que incluye todas las medidas tomadas para identificar, contener, prevenir y erradicar microorganismos contaminantes (NRC, 2011); para ello, se deben diseñar procedimientos para la cuarentena y adaptación de los animales (Butler *et al.*, 1995), así como la separación por estado de salud o condiciones por especie (Arndt *et al.*, 2010). Por otro lado, herramientas de identificación y diagnóstico como la evaluación de los animales por personal entrenado en detección de signos de enfermedad y el desarrollo de monitoreos microbiológicos por técnicas moleculares o convencionales, permiten la detección y el tratamiento oportuno de los hallazgos presentes.

Una adecuada atención y manejo médico incluye el uso de registros (Field *et al.*, 2007) con formatos de historias clínicas y manejo de medicamentos; así mismo el responsable veterinario regula las prácticas quirúrgicas que incluyen la planificación (Cunliffe-Beamer, 1993), capacitación del personal (Heon *et al.*, 2006), diseño de protocolos, gestión de áreas y equipos destinados para tal fin (Brown *et al.*, 1993).

La medición y control de signos de dolor, malestar y angustia debe realizarse por personal entrenado utilizando sistemas validados para cada especie animal, actualmente varias escalas están disponibles en la literatura que incluyen expresiones faciales, signos externos y reacciones comportamentales (Roughan y Flecknell, 2004). Es importante que el responsable veterinario oriente a los investigadores y personal del bioterio en la correcta aplicación e implementación de estos sistemas.

Los procedimientos de sedación, anestesia y eutanasia son diseñados por el personal veterinario, estos deben ser actualizados constantemente teniendo en cuenta las nuevas guías internacionales que se desarrollan (American Veterinary Medical Association, 2020; Flecknell, 2015). Investigadores, cuidadores y otro tipo de personal puede ser habilitado para aplicar este tipo de protocolos, no obstante, su experticia es verificada por el CICUA antes de su aprobación.

Instalaciones y equipos

La planta física es un elemento importante en el cuidado y uso de los animales de experimentación, su adecuado diseño y gestión permite consolidar un PICUA robusto acorde con las necesidades experimentales de una institución. De manera general, las instalaciones deben contar con materiales higiénicos, durables, aprueba de humedad y plagas, resistentes al fuego y a la corrosión por el uso de desinfectantes o atomizadores de alta presión (NRC, 2011). La disposición y el manejo de las áreas se relacionan con la cantidad de animales alojados en el recinto; por ejemplo, instalaciones pequeñas pueden contar con espacios multifuncionales, en contraste con instalaciones medianas o grandes que deben manejar una estructura más definida. En este contexto, las áreas funcionales incluyen: espacios

para el alojamiento de los animales, el desarrollo de procedimientos mayores y menores, el lavado, desinfección y esterilización de materiales, la recepción y cuarentena de animales, la recepción y almacenamiento de insumos, el almacenamiento

de residuos, el manejo y mantenimiento de equipos y zonas de descanso para el personal. Otros detalles de la planta física y las características de construcción de un bioterio bajo el esquema del programa se muestran en la tabla 21.

Tabla 21. Criterios de diseño y características de construcción que deben ser incluidas en el programa

Planta Física	Requerimiento del PICUA
Corredores	<ul style="list-style-type: none"> -Uniones a paredes en media caña que facilite los procesos de limpieza. -Barandas de protección pegadas y selladas para evitar fómites. -Vestíbulos de doble puerta en las salas de animales o salas en donde se genere ruido. -Ubicación de cajas de inspección (cañerías, tuberías, válvulas, ductos de aire, etc.) para evitar que estas cajas estén en las salas de animales. -Se pueden ubicar alarmas, extintores, teléfonos empotrados a la pared (altura baja para evitar afectar el tránsito).
Puertas	<ul style="list-style-type: none"> -Ajustadas estrechamente a los marcos. -Puertas y marcos sellados para evitar presencia de plagas y fómites. -Construidas o cubiertas con materiales resistentes a la corrosión. -Auto cerrado en ángulo de 60 grados, equipadas con manijas empotradas. -Se deben abrir hacia el interior de las salas de animales, si abren hacia el corredor debe manejarse un vestíbulo previo. -Dispositivo de seguridad electrónico (uso de agentes peligrosos). -Se deben abrir desde el interior sin necesidad de llave (seguridad del personal). -Puertas con ventanillas de observación que puedan cubrirse con películas rojas para disminuir el paso de la luz y afectar el ritmo circadiano de los animales.
Ventanas	<ul style="list-style-type: none"> -Se recomienda evitar ventanas exteriores particularmente en las salas de animales ya que afectan la temperatura y dificulta cumplir el fotoperíodo. -Se pueden permitir en especies no convencionales.
Pisos	<ul style="list-style-type: none"> -Resistentes a la humedad, no absorbentes, resistentes a los golpes, relativamente lisos. -Superficies texturizadas en áreas con altas humedades. -Fáciles de reparar, resistentes a desinfectantes y detergentes. -Resistentes a altas cargas y no afectarse por movimientos. -Mínimo número de uniones posibles. -Materiales (resinas epóxicas, concreto con superficie dura sellada, metacrilato de metilo, poliuretano, caucho endurecido).
Paredes y techos	<ul style="list-style-type: none"> -Deben ser lisos, resistentes a la humedad, no absorbentes, resistentes a golpes. -Libres de grietas, perforaciones, uniones imperfectas con puertas, techos, pisos, paredes y esquinas. -Materiales deben resistir la limpieza con detergentes y desinfectantes, y el impacto de agua a presión. -Uso de barandas y parachoques en esquinas para proteger de golpes. Estos deben sellarse para evitar contaminantes. -Los cielorrasos pueden ser de losa de concreto, pero deben ser lisos, estar sellados y pintados. -No se deben tener en los techos tuberías, conductos y luminarias expuestas a menos que las superficies se puedan limpiar con facilidad.
Drenajes	<ul style="list-style-type: none"> -Si se usan drenajes el piso debe tener una mínima inclinación y trampas de drenaje llenas de líquido. -Deben permitir una rápida eliminación de agua y secado de las superficies. -Si los drenajes no están en uso se deben tapar y por periodos largos se deben sellar.

Planta Física	Requerimiento del PICUA
Ventilación	<ul style="list-style-type: none"> -Debe mantener el control de temperatura y humedad estables. -La presurización ayuda a controlar contaminación y olores. -Mantener presión negativa en: cuarentena, animales expuestos a agentes biológicos y primates. -Mantener presión positiva en: cirugía, almacenamiento de equipos e insumos limpios. -Los cuartos de alojamiento deben evitar corrientes de aire y gradientes de temperatura. -En caso de fallas se debe incluir la redundancia de los sistemas (parcial, recirculación de aire, equipos auxiliares). -Dependiendo del área, el aire debe llevar filtración HEPA o 85-95% de eficiencia.
Electricidad	<ul style="list-style-type: none"> -El sistema debe tener el número suficiente de tomas eléctricas con el amperaje requerido para atender las necesidades. -En caso de fallas eléctricas debe existir una fuente alterna para los procesos críticos. -Enchufes de torsión en racks ventilados o equipos críticos que eviten la desconexión accidental. -Luminarias, temporizadores, interruptores y tomacorrientes sellados para evitar el ingreso de plagas. -Luces fluorescentes empotradas de bajo consumo de energía, se prefieren lámparas de espectro de luz completa. -Se debe utilizar un sistema de control de iluminación para asegurar un ciclo uniforme de luz diurna. -Bombillas o lámparas equipadas con cubiertas protectoras. -Zonas con mucha agua como áreas de lavado o acuarios con tomacorrientes e interruptores resistentes a la humedad y con descarga a tierra.
Ruidos y vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> -Separación de áreas de alojamiento de equipos o zonas ruidosas (por ejemplo, paredes de mampostería u otros materiales). -Los materiales acústicos aplicados directamente en paredes y/o techos pueden ser foco de contaminación. -Los vestíbulos o puertas con cierres de goma pueden atenuar el sonido antes del ingreso a las salas de alojamiento. -Uso de equipos que no generen sonidos en rangos ultrasónicos.
Monitoreos de ambientes	<ul style="list-style-type: none"> -Se recomiendan sistemas de monitoreo automático que informe de fallas en los sistemas de variables ambientales (por ejemplo, fotoperíodo, temperatura, etc.).
Control de acceso	<ul style="list-style-type: none"> -El acceso al bioterio solo se debe permitir a personas con capacitación y que cumplen una necesidad específica. -Acceso vehicular limitado y controlado. -Control de seguridad: personal de seguridad, barreras físicas, dispositivos de control, y cámaras de seguridad.

Nota: las características descritas en la tabla se basan en las recomendaciones de la guía para el cuidado y uso de los animales de laboratorio (NRC, 2011).

Las características de construcción y la disposición de las áreas funcionales de los bioterios presentan diversos componentes que se deben tener en cuenta para mantener condiciones óptimas de funcionamiento. En instalaciones previamente construidas hay estándares de ingeniería que recomiendan las normativas que pueden ser difíciles de implementar por las condiciones establecidas, en estos casos el CICUA junto con el responsable veterinario y otros profesionales podrán hacer una valoración inicial en donde se establezca un estándar mínimo de cumplimien-

to, basado en los resultados y el rendimiento del componente evaluado. Este enfoque requiere un aporte profesional, buen juicio y trabajo en equipo para lograr resultados específicos (NRC, 2011). Un ejemplo de esta aproximación se puede abordar con el cumplimiento de los requerimientos para el lavado de las jaulas de alojamiento en el nivel libre de patógenos específicos (SPF). La práctica rutinaria se realiza lavando las jaulas con sistemas mecánicos que superan temperaturas de 80°C y mantienen ciclos de enjuague y desinfección con un proceso de esterilización final por autoclave. En dado caso si el programa no puede funcionar con estas pautas se podría lavar el material manualmente con pasos de enjuague y desinfección definiendo un protocolo detallado. En este caso la validez del protocolo debe ser argumentada con

técnicas de medición de contaminantes como las luminometrías y los aislamientos microbiológicos periódicos.

Salud y seguridad en el trabajo

El PICUA debe contar con políticas y procedimientos de seguridad y salud ocupacional que sean consistentes con las normativas nacionales y las guías internacionales (Gonder, 2002). El desarrollo de estos procesos pueden conducirse con la asesoría de las oficinas de seguridad y salud en el trabajo, lo que facilita la correcta y rápida implementación de los componentes relacionados; por ejemplo, la participación de un comité de seguridad es recomendable en el desarrollo de un programa, este criterio puede solventarse con la inclusión de los temas relacionados con la investigación con modelos animales en otros grupos ya existentes como los comités paritarios de seguridad en el trabajo. Por otro lado, se debe desarrollar una metodología para la identificación de peligros y la evaluación de los riesgos relacionados, para ello una vez al año un grupo de profesionales elaboran o actualizan las matrices de riesgo utilizando el método establecido por la institución. Luego de completar este proceso, se definen las políticas y procedimientos para el uso de los elementos de protección personal, las prácticas de higiene y el manejo de sustancias o materiales peligrosas. Una buena práctica consiste en formar a un profesional como oficial de bioseguridad de los bioterios, esta persona se encargará de documentar los procedimientos y verificar su adecuado cumplimiento por parte del personal relacionado con el PICUA.

Todo el personal que realice investigación con animales o que esté relacionado con el funcionamiento de los bioterios debe contar con evaluaciones medicas periódicas dentro del marco de

un programa de medicina preventiva, incluyendo los riesgos y manejo de alérgenos que deben considerar los profesionales de la salud involucrados (Sargent y Gallo, 2003).

Finalmente, el PICUA debe contar con un programa de atención de emergencias y desastres que incluya la atención de personas y animales ante las posibles situaciones que previamente fueron previstas en su planeación.

COMITÉS DE ÉTICA RELACIONADOS CON EL USO DE ANIMALES EN INVESTIGACIÓN

Conformación general

La estructuración de Comités de Ética asociados al uso de animales en investigación está actualmente regulada en Colombia a través de la Ley 84 de 1989 (Estatuto Nacional de Protección de los Animales) en su Capítulo VI, Artículo 26 (Congreso de Colombia, 1989).-En esta Ley marco se establece que "Para todo experimento con animales vivos deberá conformarse un comité de ética" y además que "El Ministerio de Salud Pública no autorizará la realización de experimentos con animales vivos sino cuando esté conformado el mismo". Al analizar de forma crítica estas dos condiciones para el uso de animales en investigación en el territorio nacional, se denota, a primera vista y para el año en que fue promulgada esta regulación, un avance significativo hacia el control, vigilancia, supervisión y acompañamiento en el uso de animales con fines científicos en el territorio nacional. Al comparar lo anterior con la legislación internacional se destaca la condición *sine qua non* de constituir un órgano colegiado institucional que soporte los procesos investigativos y funcione como un eje esencial para la Política Institucional de Uso y Cuidado de Animales (PICUA) y subsecuentemente para el Programa

Institucional de Uso y Cuidado de Animales (PI-CUA), tal como se puede constatar en el Estatuto Estadunidense de Bienestar Animal (Animal Welfare Act-AWA) (USDA, 2019), en la Guía para el Uso y Cuidado de Animales de Laboratorio (National Research Council, 2011) y en la legislación europea (Consejo Europeo, 2010), entre otras. Sin embargo, y como es notorio en muchos de los apartados de esta Ley, su cumplimiento en las últimas décadas se ha restringido a una muy baja proporción del total de instituciones, en el sector público y privado, que usan animales con estos fines. Cuando se delega en el texto la responsabilidad al Ministerio de Salud Pública⁴, se asume que esta entidad estará encargada de la vigilancia y supervisión de la conformación de los Comités (así como otros ítems relacionados con el uso de animales en investigación), lo cual no ha sido asumido, contribuyendo así a una “orfandad institucional” en este ámbito.

En cuanto a la conformación de los Comités de Ética, en el Artículo 26 (Congreso de Colombia, 1989) se puede extraer lo siguiente: “... estará integrado por no menos de tres (3) miembros, uno de los cuales deberá ser veterinario del Instituto Colombiano Agropecuario; el segundo deberá pertenecer a la autoridad administradora de los recursos naturales⁵; el tercero deberá ser representante

de las sociedades protectoras de animales.” Se delimita así una conformación representativa de instituciones estatales relacionadas con el sector agropecuario (Instituto Colombiano Agropecuario-ICA) y medioambiental (Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible), así como de la población civil involucrada con la protección animal.

Siendo coherentes con el proceso comparativo con algunas normativas internacionales se debe mencionar que para el caso europeo la Directiva indica que los órganos de bienestar animal “estarán conformados al menos, por la persona o las personas responsables del bienestar y cuidado de los animales y, si se trata de un usuario, por un miembro científico... también recibirá las aportaciones del veterinario designado o del especialista” (Consejo Europeo, 2010); por otro lado, en Estados Unidos, el AWA indica que el Comité Institucional para el Cuidado y Uso de Animales (IACUC por sus siglas en inglés) deberá estar conformado por al menos: 1) un presidente del Comité que estará afiliado a la institución, 2) un Doctor en Medicina Veterinaria con entrenamiento o experiencia en ciencia y medicina del animal de laboratorio afiliado a la institución y 3) un miembro no afiliado a la institución que represente los intereses de la comunidad en general relacionados con el adecuado trato de los animales (USDA, 2019). Con lo citado, es evidente la relevancia de miembros afiliados y no afiliados a las instituciones, además de la presencia de un profesional de las ciencias veterinarias especializado en la ciencia del animal de laboratorio. En la actual legislación colombiana no hay una cohesión clara del Comité de Ética con la institución en la cual se constituye (y que por ende utiliza

4 Esta responsabilidad delegada a lo que correspondería actualmente al Ministerio de Salud (Minsalud) se expresa inicialmente en el Artículo 23, Capítulo VI (Congreso de Colombia, 1989) donde se indica que “Los experimentos que se lleven a cabo con animales vivos, se realizarán únicamente con autorización previa del Ministerio de Salud Pública y sólo cuando tales actos sean imprescindibles para el estudio y avance de la ciencia...”.

5 En el texto se menciona a la “autoridad administradora de los recursos naturales” dado que para esta fecha aún no habían sido creadas las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible (CAR) las

cuales fueron reguladas posteriormente a través del Sistema Nacional Ambiental (SINA) (Congreso de Colombia, 1993).

animales en investigación) dada la ausencia de miembros afiliados a la misma. Por otro lado, se incluye un representante del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en la membresía del Comité, pero sin especificar como requisito, que este funcionario tenga experiencia o formación específica en el uso de animales en investigación (Congreso de Colombia, 1989).

En décadas recientes, la conformación de los Comités de Ética en las instituciones que usan animales en Colombia ha enfrentado dificultades derivadas del “deber ser” y el “poder ser”; es decir, de lo exigido por la normativa vigente y de lo recomendado por las guías y modelos internacionales. Cuando exploramos el primer escenario, es evidente que la disponibilidad de funcionarios vinculados a instituciones como el ICA, la Corporaciones Autónomas e incluso de las sociedades protectoras de animales, nunca logrará suplir la demanda de instituciones que usan animales en investigación en Colombia. Adicionalmente, estos entes públicos (ICA y Corporaciones Autónomas) y público-privados (sociedades protectoras) no han incorporado de forma sustentable y coherente esta función dentro de su misión, limitando aún más la constitución de estos comités en múltiples instituciones a nivel nacional. Otro aspecto que ha sido una barrera en el cumplimiento de la normativa es la vinculación de personas adscritas a sociedades protectoras de animales. En diversas localidades del territorio nacional estas sociedades no han sido constituidas, aun existiendo un decreto que exige la creación de estas en todos los municipios del país⁶ (Congreso de Colombia, 1973). Por otra parte, el enfoque de trabajo en

estas Sociedades frecuentemente incluye como principio el abolicionismo del uso de animales en la experimentación, lo cual deriva en conflictos éticos cuando deben participar en Comités de Ética que regulan o soportan esta actividad. Sin embargo, cabe destacar que en algunas instituciones académicas la inclusión de miembros de estas Sociedades ha sido exitosa, aportando así a una mejor deliberación en temas relacionados con el bienestar de los animales.

Funciones de los comités de ética

La reglamentación nacional vigente establece que los Comités de Ética son encargados de coordinar y supervisar “1) Las actividades y procedimientos encaminados al cuidado de los animales; 2) Las condiciones físicas para el cuidado y bienestar de los animales; 3) El entrenamiento y las capacidades del personal encargado del cuidado de los animales; y 4) Los procedimientos para la prevención del dolor innecesario incluyendo el uso de anestesia y analgésicos” (Congreso de Colombia, 1989). Adicionalmente, en la misma Ley, se estipula que caso violación actual o potencial de esta, le confiere al Comité facultades para suspender el experimento en curso u ordenar el sacrificio del animal cuando se le haya causado enfermedad o lesión incurable (Congreso de Colombia, 1989). Finalmente, estipula como deberes: reunirse trimestralmente; hacer inspecciones por lo menos cuatro (4) veces al año a las áreas de estudio de animales, de las cuales rendirán un informe a las autoridades competentes; y, revisar durante las inspecciones las condiciones de manejo y el control del dolor en los animales (Congreso de Colombia, 1989).

En comparación, los órganos de bienestar animal europeos deben “proporcionar asesoramiento al personal que se ocupa de los animales sobre cuestiones relacionadas con el bienestar de los

6 El Decreto 497 de 1973, que a su vez reglamenta la Ley 5ª de 1972, estipula que deberán crearse en todos los municipios del país, juntas defensoras de animales, integradas en la forma prevista en el artículo 1o. de la ley 5a. de 1972..

animales; asesorar al personal sobre la aplicación del requisito de reemplazo, reducción y refinamiento, y mantenerlo informado sobre los avances técnicos y científicos en la aplicación de ese requisito; establecer y revisar procesos operativos internos con respecto al control, la comunicación de información y el seguimiento en relación con el bienestar de los animales alojados o utilizados en el establecimiento; seguir el avance y los resultados de los proyectos teniendo en cuenta su efecto sobre los animales utilizados y determinar y evaluar los elementos que mejor contribuyen al reemplazo, la reducción y el refinamiento, y asesorar sobre regímenes de realojamiento, incluida la socialización adecuada de los animales que vayan a realojarse” (Consejo Europeo, 2010). Por su parte, los IACUC en Estados Unidos deben revisar el Programa de Cuidado y uso de Animales; hacer una inspección de todas las instalaciones donde puedan ser alojados los animales; preparar reportes de “autoevaluación” del funcionamiento del IACUC; revisar todos los aspectos relacionados con el cuidado y uso de animales en la institución; hacer recomendaciones al Oficial Institucional en cualquier aspecto relacionado con el Programa, instalaciones o entrenamiento del personal; revisar, aprobar, solicitar modificaciones o aplazar el aval de cualquier actividad de uso y cuidado de animales, así como sus respectivas modificaciones significativas; y, suspender cualquiera de estas actividades de acuerdo a la normatividad vigente (Office of Laboratory Animal Welfare, 2002; USDA, 2019).

Las funciones estipuladas para los Comités de Ética en Colombia abordan de forma general las actividades y procesos relacionados con los animales así como las respectivas instalaciones, entrenamiento del personal involucrado y el Refinamiento de los procedimientos experimentales a través del manejo del dolor, lo cual, como se ha mencionado previamente, era un avance significativo

para el bienestar de estas especies en la época; sin embargo, se denotan en el texto y su implementación dos problemáticas: 1) la redacción de las funciones es general y nunca ha sido soportada con normativas más específicas que ayuden al funcionamiento de los Comités ya constituidos y, 2) la subsecuente falta de adopción, supervisión y cumplimiento a nivel nacional. Por ejemplo, menciona entre los deberes, la rendición de informes de las inspecciones a las autoridades competentes (incluidas las entidades administradoras de recursos naturales) a lo cual no se ha podido dar cumplimiento dada la falta de empoderamiento y supervisión estatal.

Diversas iniciativas lideradas por profesionales, instituciones y agremiaciones han contribuido a la adopción de las funciones incluidas en la normativa nacional, así como otras propuestas en guías y legislaciones internacionales. Por ejemplo, en el documento “Principios Institucionales de Uso de Animales Vertebrados Con Fines Científicos” de la Pontificia Universidad Javeriana se listan como funciones del Comité institucional de cuidado y uso de animales de laboratorio (CICUAL PUJ) las siguientes: “1) Aprobar y supervisar los proyectos que impliquen el uso de animales vertebrados vivos. Estos proyectos deben ser presentados previamente al comité por los investigadores y todo su desarrollo será supervisado directamente por el CICUAL, garantizando el cumplimiento de los Principios institucionales de cuidado y uso de estas especies; 2) evaluar de forma continua el desarrollo y mejoramiento del Programa institucional de cuidado y uso de animales de laboratorio (PICUAL PUJ) y 3) El CICUA desarrolla un reglamento y manual de funcionamiento en donde se define de forma puntual y detallada las actividades, responsabilidades y alcance del mismo” (Pontificia Universidad Javeriana, 2020). Cabe destacar entre las funciones aquí listadas, el garantizar el cumplimiento de los principios institucionales relacio-

nados con el uso de animales, así como el soporte al desarrollo y mejoramiento continuo del respectivo Programa.

Solicitudes de uso de animales para la investigación

Un documento que soporta el funcionamiento del Comité de Ética (o CICUA), que involucra los lineamientos del Programa (PICUA), y funciona como el principal canal de comunicación entre el investigador y el Comité, es la denominada solicitud de uso de animales, o como se conoce en algunas instituciones, el formato de uso de animales (FUA). De forma general, este documento contiene, entre otros ítems, los siguientes: información del personal involucrado en la investigación; propósito o justificación del uso de animales; objetivos de la investigación; descripción detallada de las especies animales a usar así como los lugares de alojamiento; descripción detallada de los procedimientos a ejecutar con los animales; determinación del impacto (o invasividad) de estos procedimientos en los animales; búsqueda de alternativas para el **Reemplazo** del modelo animal o **Refinamiento** de los procedimientos a ejecutar; supervisión clínica y de bienestar de los animales y criterios de punto final; métodos de eutanasia y/o destino final de los individuos. Este contenido establece la información requerida para un proceso circular de evaluación, deliberación, aval, monitoreo y comunicación entre el Comité y el investigador, y, aunque varíe ampliamente entre instituciones, se ha consolidado como un común denominador para abordar los principios relacionados con el uso de animales en investigación. Es decir, a través de estas solicitudes se analizan principios como el de las tres erres (R's) de **Reemplazo**, **Reducción** y **Refinamiento** a través de ítems como el propósito o justificación del uso de animales y lo concerniente a la búsqueda de alternativas; los principios de respon-

sabilidad y sensibilidad, que evitan someter a los animales a sufrimientos innecesarios, tratos crueles y su uso responsable para contribuir al avance de la ciencia, por medio del cuestionamiento del propósito, justificación y objetivos del estudio; las cinco libertades que propenden por la salud física, mental y comportamental de los individuos, lo cual se aborda en ítems como la descripción de la(s) especie(s) a usar, su alojamiento, uso de elementos de enriquecimiento ambiental (si aplica) y en general a través de los procedimientos *per se* y la respectiva clínica y los criterios de punto final relacionados.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los programas de cuidado y uso de animales de experimentación (PICUAS) regulan todas las actividades conducidas por una institución que tienen un impacto directo sobre el bienestar de los animales. Como se explicó a lo largo del texto, el control de estas actividades es esencial para asegurar un adecuado cuidado y uso de los animales, lo que a su vez se relaciona directamente con la calidad de los resultados experimentales. En otros países, la estandarización de los PICUAS en las últimas décadas ha generado múltiples beneficios como la homogeneidad de los procesos y la alta caracterización animal y ambiental, promoviendo un gran impacto en las investigaciones con validez internacional en los resultados. En Colombia, solo en la última década se ha empezado a hablar sobre la importancia de la implementación de los PICUAS y actualmente muy pocas instituciones cuentan con estos modelos, por lo cual es necesario trabajar activamente en su promoción. Por otro lado, es evidente que la legislación nacional vigente, avanzada para su tiempo, regula de forma clara la conformación de los Comités de Ética a nivel institucional, no obstante, la falta de liderazgo y supervisión estatal así como de adopción

por diversas instituciones ha llevado a un panorama heterogéneo de implementación en Colombia, con instituciones que han estructurado estos Comités bajo la normativa y modelos internacionales y a su vez con instituciones que usan animales y que no han conformado el mismo. La actualización del Estatuto de Protección Animal o la promulgación de una Ley específica para el uso y protección de animales usados en investigación y docencia, permitiría asignar (o reasignar) responsabilidades estatales de control, supervisión y acompañamiento, así como incluir nuevos conceptos relacionados con el PICUA y CICUA, entre otros. Agremiaciones como la Asociación Colombiana para la Ciencia y el Bienestar del Animal de Laboratorio (ACCBAL) y la Red Colombiana de CICUALES vienen trabajando en ese norte y buscan apoyar a las instituciones en el establecimiento y desarrollo de sus programas, así como en la constitución y consolidación de sus respectivos Comités de Ética o CICUA's.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American College of Laboratory Animal Medicine. (1996). *Adequate Veterinary Care*. Recuperado de www.aclam.org/education/guidelines/position_adequatecare.html

Asociación Colombiana para la Ciencia y Bienestar del Animal de Laboratorio. (S.F.). *Red Colombiana de CICUALES*. Recuperado de <http://www.accbal.org/red-cicuales/>

Association for Assessment and Accreditation of Laboratory Animal Care International. Recuperado de <https://www.aalac.org/about/history/>

Arndt, SS., Lohavech, D., van't Klooster, J., Ohl, F. (2010). Co-species housing in mice and rats: Effects on physiological and behavioural stress responsivity. *Horm Behav*, 57:342-351.

American Veterinary Medical Association. (2020). *Guidelines for the euthanasia of animals*.

Recuperado de <https://www.avma.org/resources-tools/avma-policies/avma-guidelines-euthanasia-animals>

Azar, TA. Sharp, JL., Larson, DM. (2008). Effect of housing rats in dim light or long nights on heart rate. *JAALAS*, 47:25-34.

Baumans, V. (2005). Environmental enrichment for laboratory rodents and rabbits: Requirements of rodents, rabbits, and research. *ILAR J*, 46:162-170.

Bayne, KA. Garnett, NL. (2008). Mitigating risk, facilitating research. *ILAR J*, 49:369-371.

Bayne, KA. (2005). Potential for unintended consequences of environmental enrichment for laboratory animals and research results. *ILAR J*, 46:129-139.

Beaumont, S. (2002). Ocular disorders of pet mice and rats. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract*, 5:311-324.

Brown, MJ. Pearson, PT., Tomson, FN. (1993). Guidelines for animal surgery in research and teaching. *Am J Vet Res*, 54:1544-1559.

Butler, TM, Brown BG, Dysko RC, Ford EW, Hoskin DE, Klein HJ, Levin JL, Murray KA, Rosenberg DP, Southers JL, Swenson RB (1995). *Medical management. Nonhuman Primates in Biomedical Research: Biology and Management*. San Diego: Academic Press. p 255-334.

Carman, RA., Quimby, FW., Glickman, GM. (2007). The effect of vibration on pregnant laboratory mice. *Noise-Con Proc*, 209:1722-1731.

Clarence, WM., Scott, JP., Dorris, MC., Paré, M. (2006). Use of enclosures with functional vertical space by captive rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) involved in biomedical research. *JAALAS J*, 45:31-34.

Clough, G. (1982). Environmental effects on animals used in biomedical research. *Biol Rev*, 57:487-523.

Consejo Europeo (2010). *Directiva 2010/63/UE Relativa a la protección de los animales utiliza-*

- dos para fines científicos. 47 pp. Recuperado de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0063&from=EN>
- Congreso de Colombia (1989). *Estatuto Nacional de Protección de los Animales*. Ley 84 de 1989. Capítulo VI: Del uso de animales vivos en experimentos e investigación. Recuperado de <http://www.proteccionanimalbogota.gov.co/transparencia/marco-legal/normatividad/ley-84-1989>
- Congreso de Colombia (1993). *Ley 99 de 1993 Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones*. Recuperado de http://www.secretariassenado.gov.co/senado/base-doc/ley_0099_1993.html
- Congreso de Colombia (1973). *Decreto 497 de 1973. Por el cual se reglamenta la ley 5a. de 1972*. Recuperado de https://www.dnp.gov.co/programas/justicia-seguridad-y-gobierno/Documents/ANEXO%20_DECRETO%20479%20DE%201973.pdf
- Cunliffe-Beamer, TL. (1993). *Applying principles of aseptic surgery to rodents*. AWIC Newsletter 4:3-6.
- Easterbrook, JD., Kaplan, JB., Glass, GE., Watson, J., Klein, SL. (2008). A survey of rodent-borne pathogens carried by wild-caught Norway rats: A potential threat to laboratory rodent colonies. *Lab Anim*, 42:92-98.
- Field, K., Bailey, M., Foresman, LL., Harris, RL., Motzel, SL., Rockar, RA., Ruble, G., Suckow, MA. (2007). Medical records for animals used in research, teaching and testing: Public statement from the American College of Laboratory Animal Medicine. *ILAR J*, 48:37-41.
- Flecknell, P. (2015). *Laboratory Animal Anaesthesia. Fourth Edition*. Academic Press.
- Garner, JP. (2005). Stereotypies and other abnormal repetitive behaviors: Potential impact on validity, reliability, and replicability of scientific outcomes. *ILAR J*, 46:106-117.
- Gaskill, BN., Rohr, SA., Pajor, EA., Lucas, JR., Garner, JP. (2009). Some like it hot: Mouse temperature preferences in laboratory housing. *Appl Anim Behav Sci*, 116:279-285.
- Gaskill, BN., Gordon, CJ., Pajor, EA., Lucas, JR., Davis, JK., Garner, JP (2013). Impact of nesting material on mouse body temperature and physiology. *Physiol Behav*.110-111:87-95.
- Gonder, JC. (2002). *Regulatory compliance. Management of Laboratory Animal Care and Use Programs*. Boca Ratón, FL: CRC Press. p 163-185.
- Gordon, CJ. (2004). Effect of cage bedding on temperature regulation and metabolism of group housed female mice. *Comp Med* 54:63-68.
- Hall, FS. (1998). Social deprivation of neonatal, adolescent, and adult rats has distinct neurochemical and behavioural consequences. *Crit Rev Neurobiol* 12:129-162.
- Heon, H., Rousseau, N., Montgomery, J., Beaugard, G., Choiniere, M. (2006). Establishment of an operating room committee and a training program to improve aseptic techniques for rodent and large animal surgery. *JAALAS J*, 45:58-62.
- Hess, SE., Rohr, S., Dufour, BD., Gaskill, BN., Pajor, EA., Garner, JP. (2008). Home improvement: C57BL/6J mice given more naturalistic nesting materials build better nests. *JAALAS J*, 47:25-31.
- Hill D. (1999). Safe handling and disposal of laboratory animal waste. *Occup Med* 14:449-468.
- International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals. (1985). *Council for International Organizations of Medical Sciences (CIOMS)*. Recuperado de <https://cioms.ch/wp-content/uploads/2017/01/ResearchInvolvingAnimals.pdf>

- Klein, HJ., Bayne, KA. (2007). Establishing a culture of care, conscience, and responsibility: Addressing the improvement of scientific discovery and animal welfare through science-based performance standards. *ILAR J* 48:3-11.
- Krause, J., McDonnell, G., Riedesel, H. (2001). Bio-decontamination of animal rooms and heat-sensitive equipment with vaporized hydrogen peroxide. *Contemp Top Lab Anim Sci* 40: 8-21.
- Lesmes, M. Angel., Cardona, A. (2010). Memorias del Primer Encuentro Nacional de Comités de Cuidado y uso de Animales. *Suma Psicol*, 17 (1), ISSN 0121-4381.
- McCarthy, CR. (1999). Bioethics of laboratory animal research. *ILAR J* 40:1-37.
- Maher, JA., Schub, T. (2004). Laboratory rodent transportation supplies. *Lab Animal* 33(8):29-32.
- MacLean, EL., Prior, RS., Platt, ML., Brannon, EM. (2009). Primate location preference in a double tier cage: The effects of illumination and cage height. *J Anim Welf Sci* 12:73-81.
- Normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. (1993). *Resolución 8430 del Ministerio de Salud. Título V: La investigación Biomédica con Animales*. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.pdf>
- National Research Council. (2011). *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals, Eight edition*. The National Academies Press. Recuperado de <https://grants.nih.gov/grants/olaw/Guide-for-the-Care-and-use-of-laboratory-animals.pdf>
- Office of Laboratory Animal Welfare. (2002). *Institutional Animal Care and Use Committee Guidebook. Second Edition*. 210 pp. <https://grants.nih.gov/grants/olaw/guidebook.pdf>
- Office of Laboratory Animal Welfare. (2010). Semi-annual Program Review and Facility Inspection Checklist. Recuperado de <https://olaw.nih.gov/resources/documents/cheklist.htm>
- Olsson, IA., Dahlborn, K. (2002). Improving housing conditions for laboratory mice: A review of "environmental enrichment. *Lab Anim* 36:243-270.
- Organización Mundial para la Sanidad Animal (2019). *Código Sanitario para los Animales Terrestres*. Capítulo 7.8: Utilización de Animales en la Investigación y Educación. Recuperado de https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahc/current/chapitre_aw_research_education.pdf
- Pekrul, D. (1991). *Handbook of Facilities Planning, vol 2: Laboratory Animal Facilities. Noise control*. New York: Van Nostrand Reinhold. p 166-173.
- Perkins, SE., Lipman, NS. (1995). Characterization and qualification of microenvironmental contaminants in isolator cages with a variety of contact bedding. *Contemp Top Lab Anim Sci* 34:93-98.
- Perry P. (2007). The ethics of animal research: A UK perspective. *ILAR J* 48:42-46.
- Pontificia Universidad Javeriana (2020). *CICUA y Programa Institucional de Cuidado y Uso de Animales*. Recuperado de <https://ciencias.javeriana.edu.co/investigacion/unidad-biologia-comparativa/cicual>
- Red Cicuales Colombia. (2011). Segundo Seminario Taller Internacional de Comités Institucionales para el Cuidado y Uso de Animales y Ciencia del Animal de Laboratorio. Recuperado de <https://sites.google.com/a/redcicuales.org/ii-encuentro/>
- Russell, William., Burch, RL. (1959). *The Principles of Humane Experimental Technique*. London: Methuen and Co. (Reissued: 1992, Universities Federation for Animal Welfare, Herts, UK).
- Roughan, JV., Flecknell, PA. (2004). Behaviour-based assessment of the duration of lapa-

- rotomy induced abdominal pain and the analgesic effects of carprofen and buprenorphine in rats. *Behav Pharmacol* 15:461-472.
- Sargent, EV., Gallo, F. (2003). Use of personal protective equipment for respiratory protection. *ILAR J* 44:52-56.
- Schondelmeyer, CW., Dillehay, DL., Webb, SK., Huerkamp, MJ., Mook, DM., Pullium, JK. (2006). Investigation of appropriate sanitization frequency for rodent caging accessories: Evidence supporting less-frequent cleaning. *JAALAS* 45:40-43.
- Stauffacher, M. (1992). Group housing and enrichment cages for breeding, fattening and laboratory rabbits. *Anim Welf* 1:105-125.
- Taylor, F. Jaimes, (2018). *Evolution of Laboratory Animal Program Management. Chapter 1 in book: Management of Animal Care and Use Programs in Research, Education, and Testing*, second edition. CRC Press.
- United States Department of Agriculture (USDA). (2019). Animal Welfare Act and Animal Welfare Regulations. Animal and Plant Health Inspection Service. *APHIS* 41-35-076. 242 pp. Recuperado de https://www.aphis.usda.gov/animal_welfare/downloads/bluebook-ac-awa.pdf
- Van Praag, H., Kempermann, G., Gage, FH. (2000). Neural consequences of environmental enrichment. *Nat Rev Neurosci* 1:191-198.
- Vogelweid, CM. (1998). Developing emergency management plans for university laboratory animal programs and facilities. *Contemp Top Lab Anim Sci* 37:52-56.
- Vesell, ES. (1967). Induction of drug-metabolizing enzymes in liver microsomes of mice and rats by softwood bedding. *Science* 157:1057-1058.
- Young, RJ. (2003). *Environmental Enrichment for Captive Animals. UFAW Animal Welfare Series*. London: Blackwell Science.

Capítulo 4

EL USO DE LOS BIOMODELOS DIDÁCTICOS EN LAS CIENCIAS VETERINARIAS

DAVID FERNANDO BALAGUERA QUINCHE¹
JAVIER ARTURO VESGA CASTILLEJO²
ANDRÉS LAUREANO BURGOS GUZMÁN³
JEISON ALEJANDRO SIMBAQUEVA PEÑA⁴
JHOAN SEBASTIÁN RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ⁵
JUAN DAVID CÓRDOBA PARRA⁶
MARÍA NELLY CAJIAO⁷

-
- 1 MV MSc, Docente tiempo completo, Facultad de medicina veterinaria, Uniagraria, Bogotá, Colombia.
 - 2 Docente tiempo completo, MV MSc, Facultad de medicina veterinaria, Uniagraria, Bogotá, Colombia.
 - 3 MV Esp, Docente tiempo completo, Facultad de medicina veterinaria, Uniagraria, Bogotá, Colombia.
 - 4 MV Esp, Docente tiempo completo, Facultad de medicina veterinaria, Uniagraria, Bogotá, Colombia.
 - 5 Ing MSc, Docente tiempo completo, Facultad de ingeniería, Uniagraria, Bogotá, Colombia.
 - 6 MV MSc, Docente tiempo completo, Facultad de medicina veterinaria, Uniagraria, Bogotá, Colombia.
 - 7 MV MSc, Docente tiempo completo, Facultad de medicina veterinaria, Uniagraria, Bogotá, Colombia.

RESUMEN

Los modelos didácticos han sido empleados a través de los tiempos como un medio para el entendimiento de la medicina humana y animal, especialmente en asignaturas como la anatomía, fisiología, cirugía y patología que son eje central en la formación del profesional en medicina, estos modelos son maquetas artificiales tridimensionales que buscan una aproximación a la morfología y función de un organismo, ayudan a su exploración y en lo posible, un reemplazo para disminuir las prácticas con experimentación animal. Este capítulo se construyó mediante la búsqueda bibliográfica en diferentes fuentes y también se presentan ejercicios didácticos propios de los autores para resaltar algunos aspectos importantes del uso de los biomodelos didácticos desde diferentes disciplinas de la medicina veterinaria y así mismo diferentes puntos de vista para su implementación como herramienta para promover el proceso de enseñanza – aprendizaje en los estudiantes.

Palabras clave: Biomodelo, aprendizaje, enseñanza, didáctica, veterinaria.

INTRODUCCIÓN

Al hablar de modelos animales, estos han sido empleados desde la antigüedad para el entendimiento de procesos fisiológicos y patológicos, y como

línea de base para estudios en humanos (Gómez *et al.*, 2011), el uso de los animales de experimentación es uno de los pilares fundamentales en el desarrollo de las ciencias de la salud, esto ha permitido un avance cada vez más acelerado sobre los conocimientos de tipo biológico (Villamizar y Aquino, 2016). En las investigaciones biomédicas se precisa la utilización de los animales de laboratorio como biomodelos naturales o inducidos de diversas enfermedades o procesos morbosos, los cuales ayudan al estudio y la comprensión principalmente de la patogenia y posibilidades de tratamiento de estas (Luján *et al.*, 2000), sin embargo, se ha incrementado la preocupación por su bienestar, basándose en principios como los de las 3R (reemplazo, reducción y refinamiento).

Al realizar un recuento histórico de la exploración del organismo y sus diferentes partes antes de las primeras construcciones hechas por el hombre intentando imitarlo, el primer experimentador biológico del que tengamos noticia histórica es Acmaeon de Crotona, el cual demostró la función del nervio óptico al seccionarlo provocando la ceguera de un animal, en el año 450 a.C (Molento & Calderón, 2009). Por otra parte, en los escritos Corpus Hippocraticus de la escuela de Hipócrates (alrededor del año 300 a.C.), se describe una experiencia en la que, para comprobar el proceso de la deglución, se seccionó la garganta a un cerdo; de esa época, la gran figura a destacar es la de Aristóteles (384-

322 a.C.) quien elaboró la obra *Historia animalium*. En Alejandría Herófilo (330-250 a.C.) demostró la diferencia funcional entre nervios y tendones con estudios anatómicos de animales. Más adelante, El Grande (131-63 a.C.) ordenó a su médico (124-64 a.C.), efectuar ensayos en animales, de la acción tóxica de los venenos y su protección mediante antídotos (Molento & Calderón, 2009). En el Imperio Romano, Galeno (130-210 d.C) practicó técnicas de disección en abundancia realizándolas en distintas especies diferentes, en sus estudios no sólo se describe la anatomía, sino que se interpreta gran cantidad de funciones como la de los pulmones y la del corazón, las ideas de Galeno se impusieron durante más de un milenio, mediante su obra *Historia Naturalis* (Molento & Calderón, 2009). Todos estos hechos históricos nos demuestran que la experimentación animal fue la primera práctica realizada por el hombre para desvelar los secretos internos del cuerpo, mucho antes de intentar representar y replicar sus componentes biológicos.

Desde la época de Andrés Vesalio (1514-1564), padre de la anatomía, se empezó a pensar en la necesidad de conservar los cadáveres humanos para estudiar su anatomía, aunque en el perfeccionamiento de las técnicas de conservación se destacan muchos investigadores (Izaguirre, *et al.*, 2001) entre ellos Guillermo Hunter (1718-1783), quien utilizó el alcohol como medio de fijación y conservación; Pierre Diones, el cual empleó el ácido tánico con el fin de evitar el crecimiento de hongos; Francois Chaussier (1746-1784), utilizó el sublimado de bicloruro de mercurio para evitar la putrefacción y favorecer la momificación; Johann Jacob Ritter (1714-1784), utilizó el arsénico; Karl Wilhelm Scheeler (1742-1786), aplicó glicerina para la conservación de cadáveres. El químico alemán August Wilhem V. Hofmann (1818-1892) en el año 1868 descubrió el aldehído fórmico (formol) y con él introdujo una gran innovación en las técnicas de fijación de tejidos utilizadas hasta

la fecha (Izaguirre *et al.*, 2001). Después explorar las construcciones hechas por el hombre, los primeros modelos tridimensionales anatómicos se remontan al siglo XVIII, donde se documentan las primeras aproximaciones para representar estructuras a través de modelos de cera de abejas, aquí médicos-anatomistas construían esculturas anatómicas totalmente a mano, conocidas inicialmente como Ceras Anatómicas (Forero, 2016), la finalidad de estos primeros modelos anatómicos explicaban la evolución y características propias de la especie humana para poder transmitir las a aprendices, y así mejorar el conocimiento.

El uso de animales en docencia tradicionalmente ha tenido un alto valor debido a la posibilidad de poder observar y conocer los órganos y tejidos y reconocer las reacciones corporales en pacientes reales, en algunas materias como farmacología, fisiología o anatomía, se realizan prácticas de laboratorio que implican el uso de animales o tejidos. En muchos casos, los objetivos de estas clases están poco definidos, y en otros se habla de la necesidad de aprender habilidades prácticas y de laboratorio, habilidades relacionadas con la manipulación de animales, y la disección o cirugía, también se indica que este tipo de prácticas son importantes para reforzar los conocimientos adquiridos en clases teóricas, aprender a hacer mediciones, toma de datos, análisis y representación e interpretación de los mismos, también para adquirir habilidades relacionadas con la comunicación oral y escrita.

El intento que se hace por mejorar la educación en el ámbito de la medicina es un tema que incide en todas las asignaturas impartidas en la academia, como lo afirma González *et al.*, (2015) "continuamos con la búsqueda de acciones que nos lleven a un nuevo rumbo de trabajo con panoramas frescos y alentadores" para nuestros estudiantes. La educación médica no es mundo que

se aleje de este intento ya que puede ser un espacio para la combinación de métodos de enseñanza y elementos interactivos (Friederichs *et al.*, 2014). Con frecuencia, las clases han sido criticadas por ser monótonas en donde los estudiantes son solo aprendices pasivos, esto sumado a que los estudios con libros de texto parecen proporcionar sólo una comprensión limitada en los estudiantes (Kuebler *et al.*, 2007). Sin embargo, así se implementen diferentes didácticas, no es posible eliminar por completo las conferencias, ya que sirven como un medio para presentar a los estudiantes conceptos complejos. Por lo anterior, buscar herramientas complementarias a las clases puede ser un medio para mejorar el aprendizaje y la enseñanza de asignaturas como la fisiología, anatomía, cirugía y patología.

A través del tiempo hemos utilizado la metodología tradicional de enseñanza, la cual consiste en clases magistrales teóricas y sesiones de laboratorio con el fin de “poner en práctica la teoría”. Actualmente está demostrado que esta metodología aumenta en los estudiantes el conocimiento primario (capacidad para memorizar conceptos) y la comprensión secundaria (capacidad de entender los conceptos), pero ¿podemos utilizar otras metodologías para conseguir los mismos resultados y tal vez mejorar otras habilidades de pensamiento superior? En los últimos años se ha implementado la didáctica de construcción de modelos a escala (por ejemplo, anatómicos) con el fin de mejorar el aprendizaje de las ciencias, ¿puede ser útil esta implementación en estudiantes a nivel de pregrado en medicina veterinaria? En este capítulo se exponen algunos aspectos importantes del uso de los modelos didácticos desde las asignaturas de fisiología, anatomía, cirugía y patología, así mismo su implementación como herramienta para promover el proceso de enseñanza – aprendizaje en los estudiantes de Medicina Veterinaria y en los de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

LOS BIOMODELOS DIDÁCTICOS EN FISIOLÓGÍA

Los modelos se han utilizado durante mucho tiempo como herramientas educativas ya que pueden ser más útiles que las imágenes bidimensionales en el aprendizaje y la retención del contenido de anatomía y fisiología, según Luján *et al.*, (2000) es una excelente manera de proporcionar una actividad basada en la investigación, colaboración y resolución de problemas que mejora el aprendizaje, promueve la curiosidad, la objetividad y el uso del razonamiento científico. Según Lenis & Arango (2011) los modelos hechos por los mismos estudiantes promueven las capacidades analíticas, argumentativas o de innovación y adicionalmente favorecen el desarrollo de la imaginación, además fomenta la creatividad, la innovación y el emprendimiento en los estudiantes. Rodenbaugh & DiCarlo (2012) afirma que la construcción de modelos físicos brinda oportunidades para que el estudiante piense acerca de la información, se involucre en el proceso, desarrolle una comprensión funcional del material y use las habilidades de razonamiento (Dicarlo, 2013). Estas cualidades podrían ser de utilidad en la enseñanza – aprendizaje de la fisiología para cambiar un poco el Modelo tradicional, el cual se centra en la transmisión de conocimiento en un solo sentido desde el profesor hacia el estudiante y la implementación de los modelos didácticos en fisiología puede ser una herramienta más para este fin.

Al realizar una búsqueda sobre la implementación de los modelos didácticos en fisiología se encuentran resultados positivos, algunos se enuncian a continuación:

Modelo didáctico sobre fisiología renal: la mayoría de los estudiantes estuvieron de acuerdo en que el modelo era fácil de entender, mejoró su conocimiento y apreciación de la importancia de

filtración y recomendaría el modelo a sus compañeros, además, la mayoría de los estudiantes [63 de 76 estudiantes (83%)] preferirían el uso del modelo en lugar del estudio de los materiales escritos (Gookin *et al.*, 2010).

Modelo didáctico ocular: Al utilizar un modelo didáctico para ejemplificar los movimientos oculares, todos los estudiantes del grupo sintieron que el modelo era muy útil para comprender y entender los ejes de los movimientos, algunos comentarios específicos fueron "Muy bien", "Lo entendí muy bien", "Es muy simple", "Nunca pensé que fuera tan fácil" y "Por favor, usen estos modelos para otros temas también", de acuerdo a los investigadores, la atención del estudiante podía ser captada en un minuto. (Satheesha y Soumya, 2009).

Modelo didáctico de la fibra muscular: Como un intento de explicar la fisiología de la contracción muscular se creó un modelo de fibras a partir de materiales simples como cuerdas y pelotas (Imagen 7), la naturaleza tridimensional de los modelos ayudó a los estudiantes a comprender y apreciar los aspectos estructurales del músculo esquelético, Hubo un 51.8% (n = 83) de los estudiantes que consideraron que el uso de modelos fue "muy útil", 42.2% los encontró "útiles", mientras que el 4.8% de los estudiantes fue neutral en su respuesta. El 1.2% de los estudiantes encontró que los modelos eran "confusos". No hubo estudiantes para quienes el uso de modelos fuera "muy confuso", de acuerdo con el investigador los estudiantes disfrutaron estas intervenciones, haciendo que el proceso de aprendizaje sea tanto informativo como agradable (Anandit *et al.*, 2018).

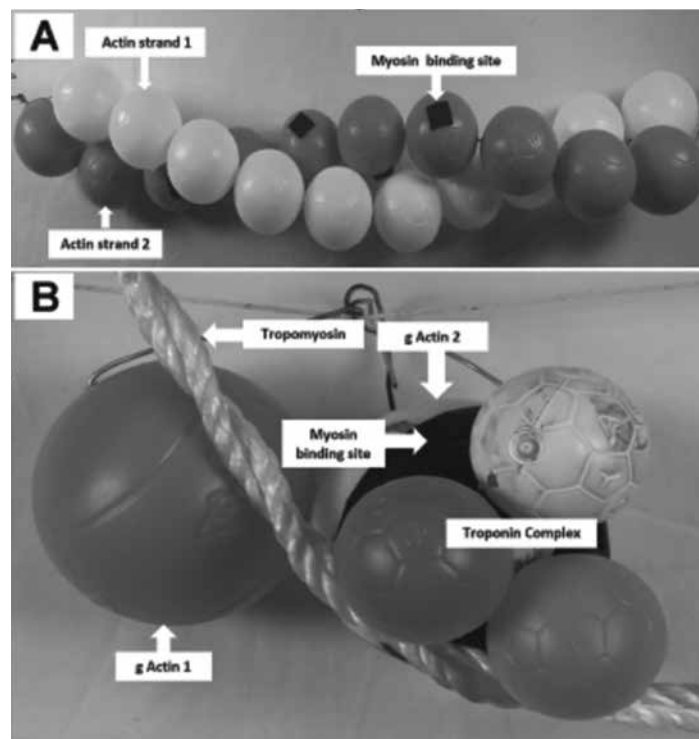


Imagen 7. Modelo didáctico que representa las proteínas de la contracción muscular y la formación de los puentes actina y miosina.

Fuente: (Anandit *et al.*, 2018).

Modelo didáctico cardiovascular: Cuando se implementó un modelo para explicar los procesos del ciclo cardiaco, los estudiantes comentaron que este les ayudó a recordar los conceptos, los mantuvo despiertos y la sesión fue interesante, de acuerdo con el investigador, esta actividad simple se puede utilizar para hacer una conferencia más animada (Sajal *et al.*, 2018).

Modelo didáctico de la respiración: Al utilizar un modelo sobre el sistema respiratorio, aumentó la comprensión de la mecánica respiratoria en un 70% en comparación a la extensa enseñanza didáctica previa de los estudiantes, los cuales en sus comentarios individuales que “este es un buen

modelo para comprender muchos estados patofisiológicos” y que “sin este modelo nunca hubiera entendido las diferentes características del sistema respiratorio”, de acuerdo al investigador, este modelo fomenta la comprensión de las interacciones y puede mejorar la comprensión de la fisiología respiratoria (Kuebler, Mertens & Pries, 2007).

En Colombia y particularmente en las universidades, algunos modelos son desarrollados por el propio interés de profesores e investigadores, o por los propios estudiantes interesados en alguna temática en particular con materiales poco duraderos a través del tiempo como yeso, plastilinas, espumas de poliuretano, entre otras (Imagen 8).



Imagen 8. Son modelos a escala contruidos por los estudiantes de anatomía y morfología dental de la Universidad del Bosque para representar estructuras del organismo.

Fuente: (Forero, 2016).

Por iniciativa del profesor David Fernando Balaguera en las asignaturas de fisiología cada semestre se exponen los proyectos de aula basados en la creación de modelos didácticos sobre cualquier sistema ya sea de una especie doméstica o exótica, este ejercicio consiste en armar una herramienta que sea funcional (que pueda representar un proceso fisiológico

en tiempo real), estético y pedagógico (que el público incluso si no tiene ninguna base de conocimiento biológico sea capaz de entender el proceso). Como se visualiza en las imágenes 9 y 10, algunos ejemplos de estos modelos contruidos por los propios estudiantes han demostrado la gran capacidad de creatividad y empeño para utilizar materiales de uso común

de manera libre y representar un proceso en fisiología sin necesidad de ayudas audiovisuales como diapositivas o animaciones. Estos proyectos de aula se presentan una vez cada semes-

tre en la “exposición de modelos didácticos en fisiología” en la fundación universitaria agraria de Colombia y la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales.



Imagen 9. Biomodelo ¿la joroba de los Dromedarios está llena de agua?

Los estudiantes representaron las diferentes adaptaciones fisiológicas del camello (glóbulos rojos, concentración de la orina, grasa en la joroba) para evitar la deshidratación en épocas de sequía. Este biomodelo surgió de la pregunta ¿la joroba de los camellos está llena de agua?

Fuente: propia de los autores con permiso de los estudiantes para su publicación.



Imagen 10. Modelos didácticos de la fisiología del intercambio gaseoso.

Los estudiantes al explorar el sistema respiratorio representaron el intercambio gaseoso a nivel alveolar por medio de Jeringas, capilares en plastilina y líquidos de color azul y rojo representando la sangre arterial y venosa.

Fuente: propia de los autores con permiso de los estudiantes para su publicación.

LOS BIOMODELOS DIDÁCTICOS EN ANATOMÍA

Actualmente, la principal herramienta de estudio macroscópico es por anatomía comparativa, investigando la forma y el desarrollo del cuerpo animal a través de la analogía entre diferentes especies (Massari *et al.*, 2019). Un conocimiento sólido sobre la anatomía es fundamental para la comprensión de las diversas áreas de la salud. Este hecho está directamente relacionado con la importancia de los métodos utilizados en el proceso de enseñanza-aprendizaje que abarca la anatomía durante la formación de los estudiantes (De

Bona, 2019). Otro factor importante es que, entre todos los recursos didácticos, el que ha demostrado ser más eficiente hasta ahora en el aprendizaje de la anatomía, eran los cadáveres, esto se debe al contacto con estructuras reales, proporcionando una asimilación precisa de sus particularidades (Lee *et al.*, 2010).

Para el estudio de la anatomía se han implementado varias herramientas y técnicas que buscan principalmente imitar las estructuras biológicas estáticas, especialmente para uso educativo, por ejemplo, la digitalización 3D, la cual consiste en la generación de un modelo informático tridimen-

sional de un objeto; el modelo digital puede procesarse en un sistema informático no solamente para generar imágenes, sino también para realizar cálculos, estudiar sus propiedades conformacionales y estructurales, editarlo o imprimirlo (Nobile, 2016). La creación de nuevas técnicas rápidas para la elaboración de prototipos, el bajo costo de las impresoras 3D, así como la aparición de nuevos softwares para el análisis de las imágenes, han permitido la creación de modelos de huesos en 3D, cuya aplicación es posible en el campo de la enseñanza de la anatomía en muchas universidades de ciencias animales (Massari *et al.*, 2019). Estos modelos resultantes de la creación rápida de prototipos, que reproducen morfológicamente estructuras del cuerpo, han recibido el nombre de biomodelos. Específicamente en osteología, hoy en día hay biomodelos de esqueletos caninos y equinos reportando el uso de la impresión 3D para producirlos (Lee *et al.*, 2010). Estas técnicas mencionadas han revolucionado el escenario de los procedimientos quirúrgicos, ya que tiene un modelo de la estructura anatómica del paciente, en la que se realizará la cirugía, proporcionando al cirujano una planificación mucho más detallada, otra ventaja es una reducción en el tiempo del procedimiento, ya que permite el entrenamiento quirúrgico, reducir el riesgo de infecciones y otros eventos que puedan ocurrir, además, esta tecnología puede ser un recurso educativo (De Bona, 2019).

En áreas de la salud, la impresión 3D o prototipado rápido, se ha utilizado en medicina humana, medicina veterinaria y odontología, con la producción de biomodelos (De Alcántara, 2017). El objetivo es construir métodos alternativos para el estudio en el campo veterinario, de la vía digestiva de los perros, logrando el mismo rendimiento y calidad en la enseñanza sin la necesidad de sacrificios de animales. Dicho sistema permite al usuario sentirse inmerso en el medio ambiente, estando cerca de una situación real, además, el

usuario podrá estudiar toda la anatomía y el funcionamiento del Sistema desde el interior, viéndolo con detalles (Ferreira *et al.*, 2007).

En las últimas décadas, se han desarrollado los escáneres láser, lo cual ha hecho posible capturar de forma rápida un conjunto de muestras suficientemente grande de los objetos de estudio; con un escáner es posible obtener una distribución de puntos representativos de la superficie del objeto, y en algunos casos información de color en los puntos; para algunas aplicaciones es suficiente este conjunto de puntos como representación del objeto, haciendo la visualización directa de los puntos (Nobile, 2016). Por otra parte, la digitalización de cualquier objeto, por simple que sea, conlleva la realización de varias tomas con el escáner, que dan lugar a varias nubes de puntos, los cuales se deben fusionar en una única malla. Además, el número de puntos suele ser excesivamente alto, debido a que el muestreo es fijo, e independiente de las irregularidades del objeto. Cada uno de estos pasos se resuelve con procesos semiautomáticos, con un consumo alto de tiempo y recursos de cálculo (Nobile, 2016).

Los modelos 3D pueden emplearse con fines educativos, tanto para pacientes como para estudiantes, médicos en adiestramiento y cirujanos, y pueden jugar un papel importante en el proceso de reconstrucción de casos quirúrgicos complejos. Estos modelos asisten al cirujano en demostrar la complejidad de los casos al paciente y a sus familiares, también son excelentes auxiliares para entender la naturaleza del procedimiento por médicos en entrenamiento y especialistas. (César-Juárez *et al.*, 2018).

Varios métodos de enseñanza para la radiografía anatómica y anatomía gruesa se han desarrollado, en particular, la enseñanza simultánea de la anatomía y la radiología ha demostrado resultados

positivos. Además, la representación de imágenes virtuales por TC 3D (tomografía computarizada tridimensional), ha sido útil, en un plan de estudios de cirugía, así como en la planificación quirúrgica para medicina, mientras que, tradicionalmente, el enfoque principal de la enseñanza de la radiología veterinaria se ha basado en conferencias con libros de texto, tareas y casos de enseñanza (Lee *et al.*, 2010). Adicional a lo anterior, la digitalización de elementos óseos permite conservar los elementos originales, evitando que estos deban ser reemplazados al cabo de un tiempo determinado, por deterioro, permitiendo la interacción directa con la información contenida en el objeto. Por otra parte, se tiene acceso a la información de forma simultánea, a través de la creación de modelos de alta fidelidad a los que pueden acceder estudiantes, docentes, profesionales e investigadores de todo el mundo (Nobile, 2016). En el último tiempo se han desarrollado métodos de impresión estereolitográfica de modelos de segmentos corporales utilizando imágenes de Tomografía Computarizada o escáner de superficie; de modo que existe la tecnología para poder realizar réplicas 3D de secciones corporales o de disecciones humanas para aplicarlas con fines docentes. De hecho, recientemente esta tecnología se está incorporando al pabellón de anatomía. (Inzunza *et al.*, 2015).

En medicina, la aplicación de la impresión 3D ha sido desarrollada principalmente en especialidades quirúrgicas o procedimientos mínimamente invasivos. Dentro de las aplicaciones se encuentra la planificación prequirúrgica o mediante la impresión de prótesis ortopédicas. Además, la impresión 3D permite el desarrollo y la fabricación de tejidos y órganos, creación de prótesis personalizadas, implantes y modelos anatómicos. Por otro lado, la impresión 3D ha sido una herramienta útil en docencia clínica, mediante la enseñanza a través del uso de modelos anatómicos impresos en 3D. Otra aplicación de esta tecnología es a través de

la investigación farmacéutica donde se aplica mediante sistemas de dosificación de medicamentos y personalización de dosis. (Gando *et al.*, 2019).

Un ejemplo actual del uso de biomodelos son los modelos anatómicos del estómago de los perros y que presentan características visualmente fieles a los órganos escaneados por una resonancia magnética 3D, funcionando como réplicas realistas de esos órganos. (Hackmann, Dos Reis, & Chaves, 2019). En estos modelos, es posible identificar las diferentes regiones del estómago canino (aglandular y glandular), la anatomía regional del órgano (cardial, cuerpo y el antro pilórico), así como importantes características anatómicas de la especie, como las curvaturas mayores y menores del estómago. Además, se pueden observar las relaciones topográficas del estómago con otros órganos como el esófago, el duodeno descendente, el páncreas entre otros (Hackmann, Dos Reis, & Chaves, 2019).

Debido al hecho de que los modelos impresos se producen a partir de un material termoplástico, su uso como material didáctico no se limitaría a los laboratorios de anatomía, sino que también podría utilizarse en otros lugares como bibliotecas y aulas, permitiendo estudiar la anatomía del estómago en otros lugares e incluso en casa, ya que los biomodelos son ligeros, resistentes y producidos con un material similar al plástico. Otro subproducto es la creación de archivos digitalizados, con la posibilidad de imprimir copias en cualquier momento. La tecnología 3D en medicina veterinaria todavía es poco utilizada, y el uso de estos modelos juega un papel importante en la introducción de biomodelos como una herramienta didáctica alternativa en la enseñanza de la anatomía. (Hackmann, Dos Reis, & Chaves, 2019).

En un estudio observacional descriptivo de corte transversal, cuyo universo está representado por

los artículos de divulgación científica o de prensa publicados en los últimos 2 años (2016 a 2018), y durante 2010 a 2012 el trabajo realizado en el Departamento de Bioingeniería – Gabinete de Tecnologías Médicas de la universidad Nacional de Tucumán en 2017 usando como método de recolección de datos, la búsqueda activa de material bibliográfico mediante el metabuscador de Internet, Google académico, aplicando la función de “Búsqueda Avanzada” para los artículos científicos el resultado fue: durante el periodo 2010 a 2012, el área más incursionada por esta tecnolo-

gía fue la “Industrial” (50%), seguida de “Medicina” (22%), de un total de 18 resultados. En contraposición, en el periodo de 2016 a 2018 (522 resultados), las áreas donde más se aplicó la impresión 3D fueron: en primer lugar “Medicina” (33.5%), seguida de la “Industrial” (28.5%). También presentó aplicaciones en otras áreas, donde el acceso de la impresión 3D no era notable en 2010 a 2012, tales como: Educación en 1ª, 2ª y 3ª (7.4%), Economía (5.9%), Arquitectura (4.8%), Arte (2.9%), Juguetería (2.1%), Milicia (1.7%), Veterinaria (1.7%) y en Joyería (1.3%) (López, 2018).

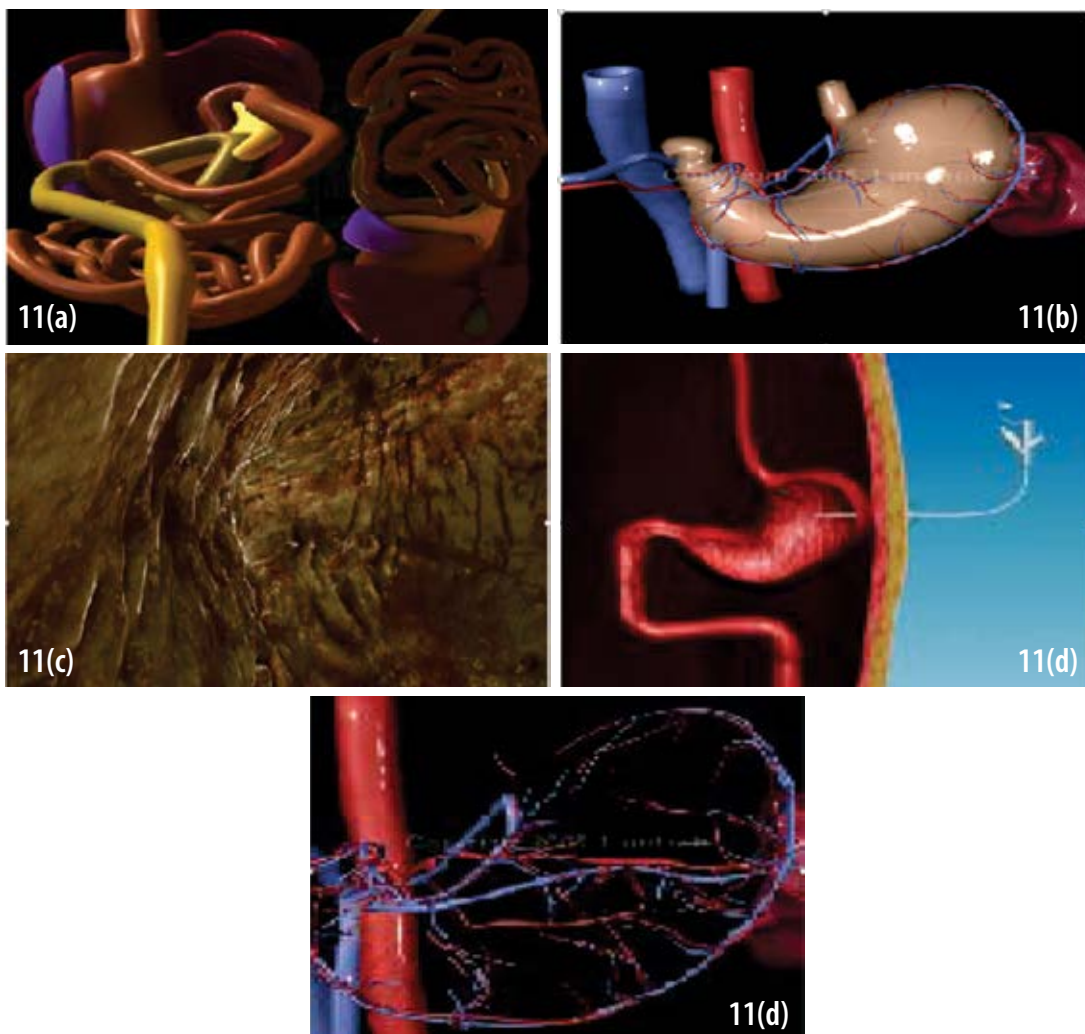


Imagen 11. Imágenes del modelado 3D del sistema digestivo.

Fuente: (Ferreira *et al.*, 2007)

En la Imagen 11 se ilustra un ejemplo del modelo tridimensional desarrollado para el sistema digestivo canino: La Imagen 11(a) ilustra la anatomía de un sistema digestivo visto desde el frente; Imagen 11(b) muestra un estómago y sus ramificaciones; Imagen 11(c) se puede observar el interior del tracto digestivo; La Imagen 11(d) muestra un estómago en la cirugía antirreflujo y en la Imagen 11(e) sólo las venas y arterias del estómago canino.

LOS BIOMODELOS DIDÁCTICOS EN CIRUGÍA

La educación está sufriendo un proceso de cambio y el área de la medicina y cirugía no se quedan atrás, es por eso por lo que los paradigmas antiguos usados para la enseñanza tradicional deben ser reemplazados por paradigmas modernos de tipo constructivista. Reyes *et al.*, (2012) afirma que es una realidad que la educación está en una etapa trascendental de cambio y que requiere una participación más activa del alumno para que sea capaz de generar su propio conocimiento.

Teniendo en cuenta que la educación tiene que abrir sus horizontes y generar nuevos modelos de enseñanza, hoy en día se apuesta por el uso de modelos en el área quirúrgica los cuales puedan generar más competencias por parte del alumnado. Ruiz *et al.*, (2017) cita textualmente: el entrenamiento o el aprendizaje mediante la simulación se realiza alejado de la asistencia clínica de los pacientes, utilizando entornos realistas y simulados, lo que permite, por un lado, garantizar la seguridad del paciente al no penalizarlo con los errores del aprendizaje y, por otro lado, disponer del tiempo necesario para adquirir un nivel de competencia suficiente que nos permita después rendir al máximo en el quirófano.

El uso de simuladores en la enseñanza viene dado desde los años 20, cuando Edgar Link desarrolló los simuladores de vuelo para el entrenamiento de los pilotos (Molina y Silveira, 2012). Sin embargo, hasta hace dos décadas se empezó a utilizar en medicina y más específicamente en el área de anestesia (Molina y Silveira, 2012), dando paso a que en la enseñanza de hoy en día cobren un papel importante para la integración entre las ciencias básicas y clínicas (Molina y Silveira, 2012).

Si bien es verdad que en la actualidad la tecnología se hace muy presente, aunque no deja de tener sus contras, hoy en día se cuenta con robots que son capaces de realizar intervenciones quirúrgicas complejas, estos robots dan un campo al futuro de la cirugía. Valero *et al.*, (2011) afirma que: la cirugía robótica se convertirá en un nuevo medio para adquirir las aptitudes necesarias para operar, gracias a la simulación de todas las intervenciones que pueden realizarse con el robot. Aquí vemos otro ejemplo claro de que en la medicina y la cirugía hay que innovar en el método de enseñanza y dejar de limitarse al acumulo de experiencia que según Valero *et al.*, (2011), se hace por medio del sistema ensayo y error supervisado.

De otra parte, se puede decir que hay diferentes niveles de formación y no todos los estudiantes o médicos (en formaciones de especialización) tienen acceso a las mismas tecnologías, por esto se hace fundamental la investigación en modelos didácticos desde lo más básico hasta lo más tecnológico, con el fin de dar las opciones pertinentes a cada etapa de los estudiantes o médicos en su formación.

Por otro lado, en la actualidad no se conocen muchos modelos inanimados para la cirugía tradicional, si se cuenta con los modelos experimentales de otras especies animales para realizar prácticas,

uno de ellos es el conejo, Halabi *et al.*, (2012) afirma que en la cirugía experimental se someten a prueba distintos procedimientos, tanto innovadores como tradicionales, estos últimos principalmente para docencia. Los ensayos de este tipo en animales de compañía, como lo es el perro, tienen restricciones de tipo ético y emocional (experimentar en una especie con la que existen lazos afectivos) que complicarían su uso como modelo en investigación. El mismo autor refiere la necesidad de encontrar especies que compartan ciertas características anatómicas a la especie en donde se requiere un entrenamiento en docencia y propone el uso del conejo. Otros autores como Reyes *et al.*, (2012) proponen el uso de la pata del cerdo como modelo biológico ya que resulta un recurso innovador, y su fácil adquisición y preparación hace de él un modelo ideal.

La cirugía experimental, la cual se define como la aplicación de técnicas quirúrgicas para el diseño de modelos experimentales, a fin de probar hipótesis y enriquecer los conocimientos científicos del cirujano para el tratamiento de enfermedades Zivin (como se citó en De La Garza *et al.*, 2007), cobra mucha importancia en la formación y educación de los futuros cirujanos, disminuyendo las probabilidades de fallos a la hora de aplicar las técnicas quirúrgicas.

Los fundamentos de la cirugía científica son la observación, la investigación clínica y la investigación experimental, que puede realizarse en seres humanos, respetando los principios de la ética, pero la mayor parte de la investigación quirúrgica se lleva a cabo en animales de laboratorio (De La Garza *et al.*, 2007). Sierra *et al.*, (2018) basan su estudio en un modelo experimental de una pierna amputada.

Referente a experimentar con animales, De La Garza *et al.*, (2007), afirman que Esto bio-éti-

camente ha sido bastante cuestionado por el tema del bienestar animal. No obstante, hoy en día para poder trabajar con animales, se debe hacer con personal capacitado y con todos los medios que garanticen el bienestar de los animales y habiendo superado los respectivos comités éticos.

Numerosos factores han afectado la enseñanza de las ciencias de la salud limitando las oportunidades de aprendizaje directo en escenarios clínicos y con pacientes reales. Afortunadamente el desarrollo de tecnologías como la simulación clínica y el aprendizaje virtual pueden complementar la enseñanza (Molina *et al.*, 2012).

En los últimos años se han suscitado grandes cambios, entre ellos los cuidados en las unidades de cuidados intensivos, un mejor conocimiento de la nutrición, el uso de la fibra óptica en la endoscopia y, sobre todo, la aparición de la cirugía denominada de mínima invasión (Carrasco *et al.*, 2011).

Numerosos estudios han sido realizados a lo largo de los años para poder perfeccionar las técnicas quirúrgicas y la enseñanza de los alumnos, mejorando así la curva de aprendizaje y en sí, mejorando el entrenamiento en las diferentes técnicas quirúrgicas. Desde este punto de vista los modelos experimentales inanimados empiezan a cobrar mucha importancia, hoy en día, existen biomodelos inanimados de entrenamiento en cirugía de mínima invasión.

Urson *et al.*, (2006) avalan que antes de usar modelos experimentales animales, es bueno utilizar modelos inanimados para familiarizarse con el instrumental y anatomía del animal. Mantrana *et al.*, (2018) enuncian que los modelos hápticos creados con impresoras 3D han demostrado ser de gran utilidad en la planificación y ejecución de

cirugías reparadoras complejas, aportando grandes ventajas con su utilización.

Abordar los lineamientos de aprendizaje en cirugías de mínima invasión es algo que cada día cobra mayor importancia. No obstante, la cirugía convencional abierta aún es necesaria para realizar determinados tipos de procedimientos. Dávila *et al.*, (2008) ratifican que, aunque prácticamente todos los procedimientos quirúrgicos abdominales se pueden hacer actualmente por vía laparoscópica y aunque existen nuevas y prometedoras tecnologías, como el sistema robótico, esto no significa el fin de la cirugía abierta, la cual seguirá desempeñando un papel importante. Dávila *et al.*, (2018) también refieren que las maniobras quirúrgicas básicas que un estudiante de pregrado debería de aprender durante la carrera de medicina implican la adquisición de destrezas y habilidades manuales cruentas, tales como suturas, drenajes (abscesos, seromas, hematomas) extracción de cuerpos extraños, etc. Estos procedimientos, por su carácter invasivo, significan una dificultad en el proceso tradicional de enseñanza-aprendizaje realizado al lado y sobre el paciente, ya que son difíciles de adquirir en la práctica clínica: siempre debe anteponerse la seguridad del paciente a las necesidades de la enseñanza. Como consecuencia de ello, sólo un pequeño grupo de alumnos, especialmente motivados y con acceso a ciertos servicios, puede llegar a tener alguna experiencia en estas maniobras al momento de recibirse de médicos. Es por esto por lo que en su estudio diseñan un modelo experimental para simular y adquirir conocimientos y destrezas básicas en lo referente a la pared abdominal.

La universidad complutense de Madrid (UCM) publicó en internet un proyecto de la facultad de Veterinaria y específicamente del área de anatomía y embriología desarrollado por De Gaspar *et*

al., (2018) en donde este y otros autores plantean unos objetivos que describen la utilización de modelos impresos en 3d para superar las barreras y las dificultades de hoy en día en la adquisición de cadáveres o la toxicidad de los conservantes, de esta manera hacer comprender a los alumnos la importancia de familiarizarse con estos modelos para favorecer el aprendizaje en el marco de la anatomía y la cirugía. Así mismo dentro de sus objetivos y lo cito literalmente "Contribuir a la internacionalización de nuestros recursos docentes en 3D en la UCM, que puedan ser referencia para otras universidades e instituciones". En dicha publicación también hacen un fuerte énfasis en la asignatura de cirugía y más en el área de la ortopedia, lo explicado referente a este tema es lo siguiente: "hemos generado también una gran cantidad de material dedicado a la docencia de la Cirugía Veterinaria, ya que han sido impresos modelos muy útiles para el entrenamiento de los estudiantes de cirugía en técnicas tan importantes y delicadas como puede ser la anestesia epidural, o modelos de huesos con patologías para que los estudiantes de la asignatura puedan realizar prácticas de cirugía ortopédica".

Sin ir más lejos, es importante que los alumnos de pregrado debido a las imposibilidades dictadas por la ley en donde su práctica con animales vivos es inviable y a la dificultad de adquirir ciertas competencias, el campo de los modelos experimentales constituye una gran oportunidad para ellos y el desarrollo de sus habilidades en el área de anatomía, fisiología, patología y cirugía.

Actualmente en la facultad de Medicina veterinaria de Uniagraria se está trabajando un proyecto llamado "Desarrollo y producción de bio-estructuras flexibles a partir de tecnologías aditivas como alternativa del uso de animales en la educación de las ciencias veterinarias y zootécnicas", desarrollado por los docentes; David Fernando

Balaguera, Javier Vesga Castillejo, Andrés Burgos, Jeison Simbaqueva, Sebastián Rodríguez, Juan Córdoba y María Nelly Cajiao, con el fin de llegar a la construcción de un biomodelo didáctico del sistema digestivo que sirva como herramienta en la simulación de diferentes procedimientos quirúrgicos como la enterotomía y la anastomosis. Hoy en día la facultad de mecatrónica está probando diferentes materiales a base de silicona elástica con el fin de que sean implementadas en las prácticas de pregrado simulando el tejido intestinal, estas consisten en nueve (9) piezas de material tubular de color blanco y medianamente

transparente, los grosores son 1 mm, 2 mm y 3 mm, se organizaron las piezas por sus grosores y procedió a la realización de 4 pruebas, Las cuales consisten en: Realizar un corte con el bisturí y prolongarlo con tijeras, esto con el fin de reportar la semejanza del material con el tejido intestinal vivo, realizar una enterectomia con puntos simples interrumpidos y con puntos continuos, realizar la unión de dos piezas simulando una enteroanastomosis con patrón de sutura continua, realizar prueba de fuga con el fin de probar las suturas y ver si el material ofrece las características del tejido vivo (Imágenes 12, 13 y 14).



Imagen 12. Corte hecho con bisturí y tijeras de Metzenbaum simulando una enterotomía.

Fuente: propia de los autores.



Imagen 13. Materiales blancos y semitransparentes, de arriba a abajo, material de 2mm blanco y semitransparente, material de 3mm blanco y semitransparente, los materiales blancos son suturados con patrón interrumpido simple y los semitransparentes con patrón continuo simple, Material blanco de 2mm con simulación de enteroanastomosis, patrón continuo simple, material de 3mm con simulación de enteroanastomosis, patrón continuo simple (nótese el desgarro que hace ver un punto en patrón X.

Fuente: propia de los autores.



Imagen 14. Prueba de permeabilidad, en esta imagen se visualiza una prueba de permeabilidad, nótese la cantidad de agua saliendo entre la sutura y la simulación de la incisión.

Fuente: propia de los autores.

Hasta el momento los resultados son preliminares y no están publicados aun por que el proyecto está en construcción, sin embargo, se ha concluido sobre este primer ensayo que los materiales no son parecidos a la textura del intestino en ninguno de sus grosores, el material de 1mm se descarta debido a su delgadez y no ser óptimo para la sutura esto debido al pliegue de este al apretar y anudar, el material de 2mm, aunque es delgado es óptimo para la práctica en el contexto de suturas, el material de 3mm se acerca más al grosor del intestino y es óptimo para la práctica en el contexto de suturas, el corte con bisturí y tijera es óptimo para la práctica, si bien no se asemeja a la sensación real, creemos que es válido, no existe diferencia marcada entre el material blanco y semitransparente, el material se quiebra a la hora de atravesar la aguja (en todos los grosores y tipos de material), a preferencia del autor se recomienda el uso del material de 3mm de grosor y a ser posible un poco más flexible.

LOS BIOMODELOS DIDÁCTICOS EN PATOLOGÍA

La enseñanza de la patología se basa en dos grandes mecanismos de apreciación visual, ambas encaminadas al diagnóstico. La evaluación de necropsia abarca un aspecto de descripción macroscópica donde el estudiante y el patólogo deben hacer un reconocimiento por patrones de lesión que conllevan a una aproximación diagnóstica, planteando así diagnósticos diferenciales. La segunda parte de la apreciación patológica es la histopatología, la cual mediante el procesamiento de tejidos fijados en formol y el uso de microscopio se logra llegar al detalle celular para explicar a profundidad las lesiones encontradas y ofrecer un diagnóstico aproximado o definitivo.

Si se plantea el uso de un biomodelo didáctico para la enseñanza de la patología es necesari-

o centrarnos en la patología macroscópica, en las lesiones anatómicas expresadas en procesos patológicos determinados. Esto necesariamente debe incluir cambios visuales anatómicos que explican en gran medida los procesos fisiopatológicos encontrados en estas condiciones. El reproducir algunos aspectos como el peristaltismo normal, los cambios microculatorios (color vísceras), congestión de vasos sanguíneos entre otros, son difíciles de representar debido a su complejidad biológica y la variación de cada individuo. Una idea que se propone como complemento a un posible biomodelo didáctico de patología macroscópica es una pantalla anexa al modelo donde se puedan observar esas lesiones en detalle y se evidencien otros cambios asociados a factores de la clínica del paciente, constantes fisiológicas y pruebas paraclínicas las cuales se expresen de forma diferente según la patología representada obteniendo así una herramienta en tiempo real que brinda la evolución fisiopatológica del paciente, por ejemplo torsión, vólvulo e intususcepción.

Actualmente y como se mencionó anteriormente, en la facultad de Medicina veterinaria de Uniagraria se está trabajando un proyecto para la construcción de un biomodelo didáctico del sistema digestivo que sirva como herramienta en la simulación de diferentes patologías macroscópicas en distintas especies, donde pudiera simular, por ejemplo, los accidentes hipóxicos isquémicos. En el mercado se pueden encontrar algunos modelados en látex inflable que pueden ser guía para el proyecto en curso (Dueñas, 2018) ya que, para el desarrollo y explicación del mecanismo fisiopatológicos de los accidentes intestinales, se debe poder realizar movimientos del biomodelo tales como rotación sobre sí mismo y desplazamientos de lugar, además sería muy valiosos para la explicación que el material permitiera la capacidad de dilatación, puesto que las lesiones

vasculares tipo congestión son básicas en la enseñanza de estas patologías.

El modelo propuesto para tal proyecto podría tener aplicaciones en múltiples cátedras no es exclusiva para el área de patología. Al momento de la aplicación de la enseñanza mediada por modelos de simulación, se debe contar con la previa revisión del tema objetivo del biomodelo, previa socialización dirigida por el docente. Este último debe contar con el conocimiento teórico de las lesiones a representar y el conocimiento de la manipulación del biomodelo con el fin de su correcto uso. Se han realizado estudios previos asociados a estas patologías mediante modelos virtuales que pueden incluir muchas otras características de los tejidos lesionados como cambios de temperatura, color, lesión tisular entre otras variables (Imagen 15) en el desarrollo del biomodelo

uno de los principales retos podría llegar a ser el representar esos cambios macroscópicos asociadas a la necrosis tisular (cambio de coloración, dilatación, lesiones vasculares, función eléctrica).

Otro aspecto que se debe contemplar es la simulación del peristaltismo que juega un rol en el desarrollo de las lesiones ejemplificadas, además que puede tener impacto en el desarrollo de otras cátedras como Fisiología. Si el biomodelo por diversas condiciones y limitación no se aproxima a las condiciones reales por lo menos de representación física, debe ser siempre acompañado por el docente capacitado que pueda dar claridad en aquellas lesiones más características las cuales sería interesante poder adjuntar imágenes para así lograr esa comparación necesaria para el proceso de aprendizaje.



Imagen 15. Modelo tridimensional virtual que representa diferentes patologías intestinales simulando el comportamiento biológico del tejido.

Fuente: (Jiménez *et al.*, 2019).

La bibliografía encontrada es poco específica o inexistente para las patologías planteadas y muchas pueden estar directamente asociadas a correcciones o métodos de abordaje quirúrgicos, aquella información encontrada asociada al área

de la patología y la cavidad abdominal están más asociadas a métodos de diagnóstico y abordaje clínico como palpación y métodos similares, sobre todo encaminado a la detección de neoplasias frecuentes y estas son asociadas a representación

de cavidades con alteraciones anatómicas en puntos fijos, demostrando una alta tasa de efectividad en la obtención de habilidades diagnósticas aplicadas a condiciones de campo.

Los modelos tridimensionales para enseñanza tienen la característica de conservarse mejor en el tiempo, tener alta fidelidad en el modelado con la región anatómica puesto que se pueden emplear tomografías y otras técnicas de detalle para usar el diseño de estos modelos y es más fácil de almacenar si se compara con los tejidos fijados en formol que normalmente se usan en la enseñanza (Inzunza *et al.*, 2015). Teniendo presente también el uso de animales vivos en la enseñanza de la patología, su manejo y condiciones éticas involucradas. Además, cada pieza modelada tridimensionalmente puede ser reemplazada constantemente sobre un modelo previo así no se estaría sujeto a enseñar aquellos casos que sean remitidos a un servicio diagnóstico y sujetos a su disponibilidad (Jiménez *et al.*, 2019). Otra ventaja importante de la aplicación adecuada de los modelados en 3D para la enseñanza de la patología es el factor de seguridad, ya que en gran medida no hay que trabajar con cadáveres en enseñanza minimizando así la exposición a patógenos tanto por estudiantes como docentes, además de los posibles accidentes que podrían llegar a darse en el desarrollo de la técnica de necropsia (Amr & Bennett, 2014).

Un aspecto que se debe tener muy presente es que, si no se cuenta con el suficiente detalle anatómico para la enseñanza, estas falencias deberían ser suplementadas con herramientas anexas que permiten un mejor entendimiento y ampliación del tema o patología en revisión (Du, 2016) la información adicional que involucra un paciente en su evolución clínica es un instrumento de vital importancia el desarrollo de habilidades clínicas interpretativas en el estudiante. Los aspectos

como el peristaltismo, capacidad de dilatación y deformidad del material usado para representar el intestino es un factor fundamental para tener presente. Para este último punto y con el fin de generar una experiencia de enseñanza aún más interactiva se han planteado el uso de nuevas tecnologías como implementación de gafas de realidad virtual o realidad aumentada, este podría llegar a ser una posible aplicación para considerar a futuro puesto que el grado de representación de diversas situación y abordajes clínicopatológicos son muy exactos y válidos como experiencia práctica (Hanna *et al.*, 2018).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El uso de los biomodelos didácticos es de suma importancia para la formación de médicos veterinarios y profesionales de la salud.
- Debido a cuestiones éticas, morales, ambientales y financieras, el estudio de la anatomía, fisiología, patología o cirugía a través de cadáveres y animales vivos está en discusión y, por lo tanto, es fundamental desarrollar métodos alternativos para el estudio de estas disciplinas, permitiendo su continuidad dado su debido papel en la formación de los estudiantes.
- Mediante el uso de modelos tridimensionales de distintas áreas de la medicina en diversas especies, se puede implementar la enseñanza práctica simulada, con el fin de otorgar nociones mínimas aplicadas a un problema o abordaje en específico, adquiriendo así destreza y un análisis adecuado al momento de enfrentar en la vida profesional esas situaciones previamente simuladas.
- Los resultados de esta clase de proyectos demuestran claramente que la digitalización y

la impresión 3D contribuyen fuertemente al aprendizaje, actualmente jugando un papel importante mediante la producción de réplicas que presentan características deseables de los órganos y los tejidos. En gran medida el uso reiterativo de ese tipo de ayudas podría aplicarse en procedimientos que deben ser mecanizados y con ciertos pasos para su correcta aplicación, en lo posible conociendo y simulando condiciones clínicas, técnicas quirúrgicas entre otras que buscan dar herramientas al médico para que en su ejercicio profesional tenga una mayor capacidad y autonomía para la toma de decisiones al momento de enfrentarse condiciones de urgencia o cotidianidad.

- Cuando no se logran representar a cabalidad los cambios tisulares observados en lesiones patológicas por características propias de los materiales utilizados para las representaciones 3D de órganos y tejidos, siempre es recomendable el uso de otras tecnologías anexas como pantallas computadores u otros medios audio visuales que permitan ejemplificar de forma clara los cambios de coloración, estructura y morfología evidenciados en los órganos bajo procesos patológicos.

Por todo lo anterior, el uso de modelos didácticos de estudio son una útil alternativa al uso de animales vivos en áreas donde pueda llegar a ser aplicado, por diversos motivos asociados a bienestar animal, mantenimiento entre otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amr. M, Bennett. M (2014), Introducing 3-Dimensional Printing of a Human Anatomic Pathology Specimen Potential Benefits for Undergraduate and Postgraduate Education and Anatomic Pathology Practice, Arch patol lab, 139(8):1048-51.

- Anandit. J, Niranjini. C, Vinay. O (2018). All play and no work: skits and models in teaching skeletal muscle Physiology, Adv Physiol Educ, 42: 242–246.
- Carrasco. R, Chousleb. A, Shuchleib. S. (2011). Los cambios generados por la cirugía de invasión mínima en la educación quirúrgica. Cirugía y Cirujanos, 79(1): 11-15.
- César-Juárez, Á. A., Olivos-Meza, A., Landa-Solís, C., Cárdenas-Soria, V. H., Silva-Bermúdez, P. S., Suárez Ahedo, C., Ibarra-Ponce de León, J. C. (2018). Uso y aplicación de la tecnología de impresión y bioimpresión 3D en medicina. *Revista de la Facultad de Medicina (México)*.
- Dávila. F, Moreno. A, Rivera. J, Rojas. P (2008). Simulador de pared abdominal para adquisición de habilidades básicas de cirugía. *Revista Mexicana de Cirugía Endoscópica*. 9(2): 66-70.
- De Alcântara, B. (2017). Biomodelos Ósseos Produzidos por Intermédio da Impressão 3D: Uma Alternativa Metodológica no Ensino da Anatomia Veterinária. *Rev. Grad. USP*, 47-53.
- De Bona, C. (2019), aprendizagem de anatomia vertebral humana por meio do uso de modelos vertebrais lombares 2d e 3d. Instituto federal de educação, ciência e tecnológica de santa catarina – câmpus florianópolis, florianópolis.
- De Gaspar. S (2018), Virtualización e impresión 3D de modelos anatómicos aplicados a la docencia en anatomía y cirugía veterinaria II. Universidad Complutense de Madrid, 123: 1 - 11.
- De la Garza. A, Padilla. L, De la Garza. J, Neri. R (2007). Algunas notas sobre la historia del laboratorio de cirugía experimental. Reflexiones sobre su importancia en la educación e investigación quirúrgica. *Cirugía y Cirujanos*, 75(6),499-505.
- DiCarlo. S (2013), Student construction of anatomic models for learning complex, seldom

- seen structures, *Adv Physiol Educ*, 37: 440–441.
- Du. P (2016) The virtual intestine: in silico modeling of small intestinal electrophysiology and motility and the applications, *WIREs Syst Biol Med*, 8:69–85.
- Dueñas. J (2018), Impresión 3D en la Cirugía Veterinaria: El Quirófano del Futuro 3D Printing in Veterinary Surgery: The Operating Room of the Future, *Psychologia Latina* 1: 428-431.
- Ferreira. E., Toledo, M., Hermosilla, L. (2007), Ferramenta didáctica para o ensino do aparelho digestivo canino utilizando técnicas de realidade virtual. *Revista científica eletônica de psicologia*, 7: 1 – 7.
- Forero. A (2016), Diseño de material didáctico para la enseñanza de anatomía, IFDP`16 - Systems & Design: Beyond Processes and Thinking, Editorial Universitat Politècnica de València, 1015-1030.
- Friederichs. H, Weissenstein. A, Ligges. S, Möller. D, Becker. JC, Marschall. B (2013), Combining simulated patients and simulators: pilot study of hybrid simulation in teaching cardiac auscultation, *Adv Physiol Educ*, 38: 343–347.
- Gagnon, D, y Brisson, B. (2013). Predisposing Factors for Colonic Torsion/Volvulus in Dogs: A Retrospective Study of Six Cases (1992–2010). *Journal of the American Animal Hospital Association*, 49(3), 169–174.
- Gando, S., Labarca, G., Majid, A., Folch, E., Mehta, H. J., Jantz, M., & Fernandez-Bussy, S. (2019). Aplicaciones de la impresión 3D en la vía aérea central. *Revista médica de Chile*.
- De Gaspar. S, Rojo. C, Pérez. C, Sanz. J, Sánchez. P, Llorca. C, Crenes. M, Pintado. C, Labrador. Á, Rodríguez. J. De La Morena. Eva, Villalonga. L, Barroso. P, Portero. M. (2018) Virtualización e impresión 3D de modelos anatómicos aplicados a la docencia en anatomía y cirugía veterinaria II. [Proyecto de Innovación Docente].
- Gómez. A, Ramírez. A, Cortés. J (2011), Biomodelos animales y enfermedades infecciosas de importancia en salud pública veterinaria, *Revista Sapuvet de Salud Pública*, 2: 69-94.
- González. M, Lara. P, González. J (2015), Modelos educativos en medicina y su evolución histórica, *Rev Esp Méd Quir*; 20:256-265.
- González, L, Fogle, C, Baker, W, Hughes, F, Law, J, Motsinger-Reif. A, y Blikslager, A. T. (2014). *Operative factors associated with short-term outcome in horses with large colon volvulus: 47 cases from 2006 to 2013. Equine Veterinary Journal*, 47(3), 279–284.
- Gookin. J, McWhorter. D, Vaden. S, Posner. L (2010), Outcome assessment of a computer-animated model for learning about the regulation of glomerular filtration rate, *Adv Physiol Educ*, 34: 97–105.
- Hackmann. C., Dos Reis, D., Chaves De-Assis-Neto, A (2019), Digital Revolution In Veterinary Anatomy: Confection of Anatomical Models of Canine Stomach by Scanning and Three-Dimensional Printing (3D). *Int. J. Morphol*, 37(2): 1 - 4.
- Halabi. T, Bahamondes. F, Cattaneo. G. (2012). Estómago de Conejo: Modelo Animal para Cirugía experimental. *International Journal of Morphology*, 30(1): 82-87.
- Hanna. M, Ahmed. I, Nine. J, Prajapati. S, Pantanowitz. L (2018). Augmented Reality Technology Using Microsoft HoloLens in Anatomic Pathology. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 142(5): 638–644.
- Inzunza, O., Caro, I., Mondragón, G., Baeza, F. (2015), Impresiones 3D, nueva tecnología que apoya la docencia anatómica. *Int. J. Morphol.*, 33(3):1176-1182.
- Izaguirre. T, Jeremías. R, Izaguirre. J, (2001). Técnicas avanzadas en recuperación de tejidos orgánicos y su aplicación en la docencia actual. *Gac Méd Caracas*, 109(1): p. 36-39.

- Jiménez. G, Tobón. H, Vélez. A (2019), Uso de la simulación en la enseñanza de la patología quirúrgica. *Rev. Salud. Bosque*, 2: 56-64.
- Javad J, Hasti D, Meysam J, Mohammad N. (2013) The Evaluation of Small Intestinal Volvulus Caused by Pathogenic Microorganisms in a Thoroughbred Mare *Int J Entric Pathog.* 2013 November; 1(2): 49-53.
- Kuebler. W, Mertens. M, Pries. A (2007), A two-component simulation model to teach respiratory mechanics. *Adv Physiol Educ*, 31: 218–222.
- Lee, J (2010). Three-dimensional computed tomographic volume rendering imaging as a teaching tool in veterinary radiology instruction. *Veterinarni Medicina*, 603–609.
- Lenis. Y, Arango. T (2011), Modelos didáticos como iniciativa para o ensino da anatomia e fisiologia animal, *Journal of Morphological Sciences*, 20: 44 - 51.
- Levien, A, y Baines, S. (2011). Histological examination of the intestine from dogs and cats with intussusception. *Journal of Small Animal Practice*, 52(11), 599–606.
- López, R. A. (2018). Impresión 3D y sus aplicaciones en Medicina. *Jornadas de Jóvenes Investigadores AUGM*. Mendoza, Argentina.
- Luján. H, Krishnan. S, O’Sullivan. D, Hermiz. D, Janbaih. H (2000), La experimentación animal y el desarrollo de la investigación. *Rev Hispanoam Anim Exp*; 5(4): 9 -17.
- Mair, T., Sutton, D., y Love, S. (2010). Caecocolic and caecocolic intussusceptions associated with larval cyathostomosis in four young horses. *Equine Veterinary Journal*, 32(S32), 77–80.
- Mantrana. G, Jacobo. O, Hartwing. D (2018). Three-Dimensional printing models in the preoperative planning and academic education of mandible fractures. *Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana*, 44(2): 193-201.
- Massari, C., Pinto, A., De Carvalho, Y., Silva, A. (2019). Volumetric Computed Tomography Reconstruction, Rapid Prototyping and 3D Printing of Opossum Head (*Didelphis albiventris*). *Int. J. Morphol.*, 37(3): 838-844.
- Molento, C., Calderón, N (2009), Essential directions for teaching animal welfare in South America. *Rev. sci. tech. Off. Int. Epiz*, 28 (2), 617-625.
- Molina. J, Silveira, P. (2012). Los simuladores y los modelos experimentales en el desarrollo de habilidades quirúrgicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias de la Salud. *REDVET*, 13(6):1-23.
- Nobile, N. (2016). Biblioteca Digital 3D de Huesos Humanos, Universidad Nacional de Córdoba, 1: 1-58.
- Reyes. W, Tapia. J, Cortes. J, Jiménez. J, Delgado. L, Montalvo. E (2012). Modelo biológico de enseñanza para la extirpación de lipoma. *Revista Médica del Hospital General de México*. 75 (4) 247 – 253.
- Rodenbaugh. D, DiCarlo. S (2012), Learning by doing: construction and manipulation of a skeletal muscle model during lecture. *Adv Physiol Educ*, 36: 302–306.
- Ruiz. J, Martín. J, González. M, Redondo. C, Palazuelos. J (2017). La simulación como modelo de enseñanza en cirugía. *Cir Esp*. 96 (1), 12-17.
- Sajal. C, Bhaskar. A, Oommen. V (2018), Pumping the pulse: a bicycle pump to simulate the arterial pulse waveform, *Adv Physiol Educ*, 42: 256–259.
- Satheesha, N, Soumya, A. (2009), a simple model to demonstrate the movements and the axes of the eyeball, *Adv Physiol Educ*, 33: 356–357.
- Sierra. M, Cruz. C, Godinez. A., Durán. M. (2018). Programa de entrenamiento en reparación vascular en modelo experimental para residentes de cirugía general. *Cirugía y cirujanos*. 86, 481-484.

Ursón. G, Sánchez. M, Díaz. M. (2006). Modelos experimentales en la cirugía laparoscópica urológica. *Actas Urológicas Españolas*, 30(5): 443-450.

Valero. R, Ko. Y, Chauhan. S, Schatloff. O, Sivaraman. A, Coelho. R, Ortega. F, Palmer. K, Sánchez. R, Dávila. H, Cathelineau. X, Patel. V.

(2011). Cirugía robótica: Historia e impacto en la enseñanza. *Actas Urológicas Españolas*, 35(9), 540-545.

Villamizar. J, Aquino. A (2016), Experimentación con biomodelos animales en ciencias de la salud, *Avances en Biomedicina*, 5: 173 - 177.

Capítulo 5

LOS CENTROS DE CONSERVACIÓN EX-SITU COMO INTERMEDIARIOS ENTRE EL BIENESTAR ANIMAL Y LA BIOÉTICA

ALBA LORENA LÓPEZ-RUIZ ¹

¹ Médica veterinaria zootecnista. Esp. en laboratorio clínico Veterinario. Certificada en manejo de especies amenazadas DWCT-Kent University. Docentes. Grupo de investigación BIOECOS. Fundación Universitaria Autónoma de las Américas.

RESUMEN

Este capítulo abarca un tema que concierne a esos seres que en muchos casos no se ven, ni se entiende su importancia. En la historia, se observa como antes los animales silvestres y exóticos eran concebidos principalmente como artículos de lujo y material de exhibición, viéndose coleccionados en zoológicos y jardines privados con objetivos solo de distracción. Hoy en día, han tomado una mayor importancia por el reconocimiento no solo de los servicios ecosistémicos que aportan, sino por las contribuciones culturales y emocionales que generan en el ser humano, se reconoce la necesidad de profundizar más sobre su historia de vida y su conservación. Sin embargo, aún son víctimas de maltrato y de comercio ilegal, razón por la cual se crean los centros de atención ex-situ cuya principal función es manejar los animales que son víctimas del tráfico ilegal. Se hace un recorrido por todos los temas: La relación que han tenido los humanos con los animales, manejo de los animales que llegan a los centros de atención, función de los zoológicos, procesos de liberación y reubicación desde un contexto internacional y nacional; se abordan temas de bienestar en los centros de atención, legislación vigente y conceptos éticos para la toma de decisiones. La intención es llevar al lector a reflexionar acerca de las razones que llevan a la existencia de los centros de conservación ex-situ, la intervención humana y el

papel que cada persona cumple en el tema de la gestión de la vida silvestre.

Palabras clave: Refugio de fauna, tráfico, bioética, caza, cultura.

INTRODUCCIÓN

Es claro que la naturaleza y el hombre están integrados en un solo ecosistema, es necesario reconocer que el humano no puede desligarse de la naturaleza y viceversa, por esa razón es necesario encontrar puntos de encuentro entre ambas, que permitan hacer un uso adecuado por parte del hombre hacia los ecosistemas y por tanto a los animales silvestres, tomando como punto de partida la facilidad del ser humano para razonar y tomar decisiones (Estrada-Cely, Parra-Herrera, & Ganem-Galindo, 2017); (Hernández-Silva, Pulido, Zuria, Gallina Tessaro, & Sánchez-Rojas, 2018).

Cuando se menciona a los centros de conservación ex-situ, su función e injerencia en todo lo relacionado con el bienestar animal, ética e incluso experimentación con animales, surge una pregunta: ¿Por qué existen lugares donde se mantienen animales silvestres en cautiverio? y ¿Por qué se les llama centros de conservación?, para responder esas preguntas es necesario conocer cuál es la relación que tienen el hombre con los animales, cómo ha sido esa relación a lo largo de

los años, y en este caso particular con los animales silvestres. Durante muchos años el hombre ha usado a los animales silvestres para múltiples finalidades; prácticas medicinales, alimentación, compañía, experimentación y prácticas esotéricas. Desde los siglos XVIII y XIX la fauna silvestre en Colombia se usaba con fines de alimentación, como mascotas, se traficaba para formar parte de colecciones privadas de naturalistas, colecciones zoológicas y para investigación (Vander Velden, 2019), en 1989 se empezó a regular este tipo de práctica y con ello, surgió la necesidad de darle un albergue a los animales decomisados, víctimas del tráfico ilegal, de esta manera nacen los centros de atención, hogares de paso y demás lugares que son administrados actualmente por las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) en cooperación con Organizaciones no Gubernamentales (ONG) independientes.

En este capítulo se quiere presentar las razones por las cuales los centros de conservación ex-situ existen, cuál es su importancia y las razones éticas y de bienestar; para ello se aborda el tema en 6 subtemas principales: relación de los centros de conservación ex-situ vs tráfico de fauna, animales más traficados en Colombia; relación humano-animal ¿Es la causa del tráfico ilegal?; características de los centros de conservación ex-situ; bienestar en centros de conservación ex-situ; aspectos éticos en la tenencia de fauna en centros ex situ, se presentan los puntos de vista de los diferentes autores enriquecido con algunos ejemplos de investigaciones realizadas para una mejor ilustración.

RELACIÓN CENTROS DE CONSERVACIÓN EX-SITU VS TRÁFICO DE FAUNA

El comercio de fauna silvestre desde Colombia hacia el viejo continente se inició en los siglos XVIII y XIX donde se comercializaban aves, tortugas ca-

rey, águilas camarones entre otros animales; los clientes finales eran naturalistas que coleccionaban especímenes, laboratorios de investigación, familias interesadas en tenerlos como mascotas o para ostentar su belleza y rareza (Vander Velden, 2019), también para el consumo de carne y el consumo de pieles. Adicionalmente, era común cazar manatíes para alimentar a los esclavos de la época. En la década de los ochenta La ley 84 de 1989 prohibió la caza y comercialización de los animales silvestres en territorio colombiano (Mancera-Rodríguez & Reyes-García, 2008); (Congreso de la República, 1989). La primera entidad de control que se creó fue el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER) (Mancera Rodríguez & Reyes-García, 2008), organismo encargado de administrar los recursos naturales del país. Se establecieron zoocriaderos para mitigar el tráfico ilegal, la extracción de animales de los bosques y abastecer la demanda de algunas especies de fauna; también se crearon centros de rescate para animales y de esta manera se pudieron atender los requerimientos en términos de bienestar (Mancera-Rodríguez & Reyes-García, 2008).

Actualmente, los centros de atención y de rehabilitación de animales silvestres, se extienden por todo el mundo. Este tipo de lugares se encargan de albergar animales producto del tráfico ilegal, accidentes por atropellamiento, traslado por la construcción de hidroeléctricas o viviendas humanas. Sin embargo, el mayor número de animales albergados en un centro de atención es producto del tráfico ilegal (Torres, & Alves, 2020). Por esta razón para hablar de los centros de conservación ex-situ es necesario entender la dinámica del tráfico de fauna, legal e ilegal.

En Colombia no todas las actividades de comercio de fauna son ilegales, algunas especies tales como la babilla (*Caiman crocodilus*), el chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*), el lobo pollero

(*Tupinambis nigropunctatus*), la iguana (*Iguana iguana*), la boa (*Boa constrictor*), los escarabajos (*Dynastes hercules*) y las mariposas, son especies que se tienen con características de zoocría (Mancera-Rodríguez & Reyes-García, 2008). El control comercial de estas especies o sus productos está regido a nivel mundial por la Convención Internacional para tráfico de especies silvestres que en Colombia, inició labores en 1997 (Iguero, 2020). Las entidades encargadas de control aeroportuario y en terminales son el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y la Dirección de Impuesto y Aduanas Nacionales (DIAN) junto con la policía nacional (Colombia, 2003; Ministerio del Medio Ambiente, 1993).

Por su naturaleza informal es difícil de cuantificar y no se tiene en cuenta en las estadísticas económicas, sin embargo, puede representar ingresos estables para una familia, en detrimento de la biodiversidad y la estabilidad de los ecosistemas (Mancera-Rodríguez & Reyes-García, 2008). De esta manera, el tráfico ilegal de especies, más que un problema de tipo gubernamental es un asunto que atenta contra el bienestar de los animales que son víctima de esta actividad, disminuyendo la cantidad de especies presentes en los ecosistemas, atentando contra el equilibrio y la biodiversidad del país.

En Perú, muchas organizaciones no gubernamentales (ONG) se han dedicado a combatir esta actividad para lograr sus objetivos de conservación y bienestar, con lo cual alcanzan sus metas institucionales, aun cuando la filosofía de la ONG no sea precisamente la de acabar con el tráfico ilegal (Daut *et al.*, (2015). En Colombia, teniendo en cuenta que esta actividad es un problema que atenta contra el bienestar animal óptimo, la conservación de la vida silvestre y además involucra componentes éticos, una persona o entidad que tenga animales silvestres como mascota, que co-

mercialice con ellos, o que incluso, los consuma, es responsable de maltrato animal y por ende, de la disminución de la biodiversidad de la nación; por esta razón, no se le puede dejar toda la responsabilidad a las entidades de control y gubernamentales, es necesario que cada persona tenga conciencia del problema y decida ser parte de la solución (Hiraldo, 2002; Lozada, 2019; República de Colombia, 1989; Toro-Taborda, 2016).

En América del sur y África esta actividad ilícita se desencadena en parte por los bajos ingresos económicos y la falta de oportunidades laborales que tienen las personas, las cuales realizan este tipo de labor para mejorar sus ingresos (Valencia, 2018).

Lo que sí es concluyente es la necesidad de que existan centros de conservación ex-situ como zoológicos, centros de atención de faunas silvestre, zoológicos, bioparques, hogares de paso, centros de atención y rehabilitación (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo territorial, 2010), para realizar una gestión de fauna adecuada y procurar el bienestar de los animales mientras se decide el proceder con cada uno de ellos (Cadena & Jiménez, 2004); (Estrada-Cely *et al.*, 2019).

EL COMERCIO DE ANIMALES SILVESTRES EN COLOMBIA

En términos de comercio, la resolución 1772 - 2010 establece los requisitos para modificar las licencias ambientales ante el CITES, el cual clasifica a los animales según su vulnerabilidad en 3 apéndices: en el apéndice I y II están todos los animales en peligro de extinción que no pueden ser comercializados y en el apéndice III están los que pueden comercializarse; sólo los incluidos en cualquiera de estos apéndices pueden exportarse (Iguero, 2020; Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Sostenible, 2010).

Sin embargo, para el año 2017 se reportó el tráfico ilegal de animales silvestres entre las cinco actividades más lucrativas del mundo, superando al tráfico de armas y de órganos humanos, estas cifras obedecen a varias razones: gusto de coleccionistas, necesidades de investigación científica, industria farmacéutica, demanda alimenticia en Asia, e industria de la moda (Valencia, 2018). Adicional a la condición de ilegalidad, este tipo de comercio genera sobreexplotación de las especies involucradas ya que no se ejerce ningún control en la extracción del recurso (Valencia, 2018).

Las redes de tráfico ilegal están conformadas por organizaciones familiares que consiguen los animales por medio de campesinos, para luego llevar estos animales en aviones de carga y barcos, posteriormente, son comercializados como mascota, embalsamados y vendidos como novedades regionales, usados para la elaboración de cuadros decorativos, en algunas zonas son empleados para practicar brujería, fetichería, entre otros rituales (Valencia, 2018). Se han identificado algunas rutas internacionales y otras nacionales ilustradas en la tabla 22.

Tabla 22. Rutas nacionales e internacionales de tráfico ilegal de fauna

Rutas	Artículos traficados
Internacionales	
México, Estados Unidos, República Dominicana y Ecuador	Aves, pieles de reptiles, mamíferos y anfibios
Bélgica, República Checa, Suecia, Reino Unido, Italia y Alemania	Pieles de reptiles y mamíferos
Malasia, Indonesia, Japón, Taiwán, Singapur, Corea del Sur y Tailandia	Reptiles, anfibios, insectos y especies de flora silvestre
Nacionales	
Amazonas-Meta-Bogotá, Casanare-Bogotá, Caquetá-Huila-Tolima, Girardot-Bogotá, Chocó-Antioquia-Barranquilla, Putumayo-Nariño-Valle	Mamíferos, aves y reptiles
Chocó-Valle-Bogotá, Boyacá-Bogotá-Bajo y Medio Magdalena-Cundinamarca	Anfibios, coleópteros y arácnidos
Amazonas-Bogotá, Magdalena Medio-Bogotá, Chocó-Antioquia-Bogotá, Llanos Orientales-Bogotá y Caquetá-Putumayo-Bogotá	Pescados y peces ornamentales,

Fuente: (Hernández-Linares, 2006; Mancera y Reyes, 2008; Valencia, 2018).

Varios investigadores se han preocupado por hacer estudios que provean las redes de tráfico ilegal, conocer estas redes podría facilitar la ejecución de medidas restrictivas por parte de los entes de control. Adicionalmente, posibilita hacer otros análisis de tipo social, que muestren alternativas económicas para las personas que extraen a los animales de su medio (Arroyave-Bermúdez, Romero-Goyeneche, Bonilla-Gómez, & Hurtado-Heredia, 2014; Valencia, 2018).

En estudios realizados en la Orinoquía se observó que los animales silvestres más traficados son: loros, tortugas, venados y armadillos (Cruz-Antía & Gómez, 2010); en concordancia en el departamento de Caquetá en donde se destacó primero el grupo de las aves con loros y papagayos como los de mayor frecuencia, seguidos por los mamíferos, especialmente primates, osos perezosos, roedores, osos hormigueros y zarigüeyas, por último los reptiles, como las tortugas charapas, morrocoyes y saurios como

las iguanas (Estrada-Cely *et al.*, 2019). Pero ¿para que los quieren?

El uso de las especies dedicadas al tráfico ilegal en Colombia puede clasificarse en dos: el de los indígenas y el de los colonizadores; los primeros los utilizan para actividades culturales y de sustento, los segundos para transformación de recursos (Cruz-Antía & Gómez, 2010). Como ejemplo de esa transformación se reportó en la Orinoquía la comercialización de pieles, el uso de aceite de tortugas como crema humectante para la piel, los manatíes (*Trichechus manatus*) y los monos aulladores (*Alouatta seniculus*) son usados para curar enfermedades (Cruz-Antía & Gómez, 2010). De todas estas situaciones surgen varias preguntas para la comunidad académica: ¿Cuál debe ser la posición de la academia frente a esta situación?, Si bien uno de los principales pilares de las instituciones académicas es la investigación, ¿Cómo se puede investigar si el uso de la fauna como terapia médica es o no adecuado teniendo en cuenta las connotaciones éticas que este tipo de investigaciones genera?

Para dilucidar las preguntas anteriores, es interesante observar que las especies más utilizadas para investigaciones biomédicas son los monos maiceros (*Sapajus apella*), mono ardilla (*Saimiri sciureus*) monos nocturnos (*Aotus sp*), Monos tamarinos (*Saguinus sp*), monos tití (*Callithrix jacchus*) (Maldonado, 2013).

Las medidas éticas en el uso de estos animales no han sido las más adecuadas ya que además de las malas prácticas de bienestar en el tráfico ilegal, la estrategia de colecta usada para capturar los primates que van a ser comercializados para investigación, impacta el ambiente y va en detrimento del ecosistema, los cazadores talan una proporción grande de bosque para que los primates no sufran ningún daño, y si los animales

que se requieren solo son los adultos, las crías son abandonadas (Maldonado, 2013), lo que genera un bienestar pobre de la cría, teniendo en cuenta que se trata de animales altriciales que requieren a su madre para sobrevivir, y que además en el caso de los monos nocturnos, también requieren del cuidado paternal para aprender a desenvolverse socialmente (Defler, 2003).

Para evitar el tráfico ilegal y la extracción de monos de la naturaleza, en la Universidad Mayor de San Marcos en Perú, se construyó un centro de reproducción de primates, pero los costos de manutención y los cuidados en cuarentena, aumentaron los precios de comercialización, por lo tanto las empresas interesadas volvieron a extraer primates de su hábitat natural (Maldonado, 2013); esto es paradójico, si se tienen en cuenta que son precisamente las medidas de bioseguridad las que encarecen los costos de reproducción de primates en cautiverio, pero cuando se extraen del medio natural, no se tienen en cuenta ninguna de estas medidas (Maldonado, 2013); allí hay compromisos éticos tanto de las personas que realizan las investigaciones como de las entidades reguladoras de la extracción de primates.

Otro problema de bienestar en el tráfico ilegal de fauna es el uso como mascota, es común en los niños de las comunidades usar un animal silvestre para jugar, muchas veces los animales expresan de manera clara que no quieren estar con humanos, la manera más contundente de hacerlo es con reacciones agresivas hacia el humano (Cruz-Antía & Gómez, 2010), pero la falta de empatía de las personas, hace que terminen dejando cautivos a los animales en espacios reducidos generando comportamientos estereotipados que reflejan un bienestar pobre en los animales que además van a estar alejados del bosque y de su familia. (Cruz-Antía & Gómez, 2010).

Por último, la disminución de las poblaciones silvestres se empieza a notar en las zonas de mayor tráfico ilegal de fauna, es así como los consumidores de fauna afirman con preocupación que ahora ya hay menos especies que antes (Cruz-Antía & Gómez, 2010), esto confirma la necesidad de controlar la extracción y la regeneración de las especies, procurando guardar una proporción donde el primero no supere al segundo (Mancera-Rodríguez & Reyes-García, 2008; Yeager, Luis, & Zarling, 2020) fragmentation or loss. However in addition to these some species face additional risks such as those associated with (illegal. Se hace necesario implementar métodos serios de manejo de fauna.

Es preocupante pensar que en Colombia el tráfico de especies silvestres, aunque es ilegal es muy común, y su control puede ser más costoso que el propio tráfico ilegal (Cruz-Antía & Gómez, 2010). Es en este punto donde se origina una discusión ética, ya que se está cuantificando el costo en términos monetarios, pero no en términos de la economía ecológica, que puede resultar aún más costosa si se tienen en cuenta los servicios intangibles que la fauna aporta a la sociedad de manera directa e indirecta, lo que justifica conocer a profundidad la relación humano-animal y de esta manera ejercer un control estricto y asertivo de las actividades ilícitas aquí mencionadas. Educar y buscar alternativas económicas para las personas en torno a la tenencia de mascotas ilegales puede mejorar la situación del tráfico de fauna (Leberatto, 2016); (Miller, Minter, & Malan, 2011).

RELACIÓN HUMANO-ANIMAL ¿ES LA CAUSA DEL TRÁFICO ILEGAL?

La relación humano-animal se concibió en la década del 1500 como un negocio en el cual el animal en su mayoría era un objeto, fue valorado por

su belleza, rareza, pero no se tuvo en cuenta su valor como ser sintiente, de esta manera era común observar desfiles de personas de gran poder en el viejo continente, en compañía de hermosos animales enjaulados con barrotes de oro y procedentes de otros continentes (Vander Velden, 2019).

Las características físicas y las capacidades que algunos animales expresan son uno de los atractivos que los humanos persiguen en algunas especies para tenerlas como compañía; es así como la facilidad de hablar de los loros y la similitud con los humanos de los primates, son algunos atractivos que el ser humano encuentra en los animales (Estrada-Cely *et al.*, 2019).

Las personas que tienen animales silvestres como mascota, en su mayoría no saben cómo manejarlos. Es así como en un centro de rescate en Perú, una guacamaya llegó con automutilación, este comportamiento refleja un síntoma alto de estrés, que en términos generales se da por malas condiciones habitacionales durante el cautiverio. Otro ejemplo es el caso de osos capturados para mascotas que cuando crecen, sus dueños los sacrifican por la dificultad para el manejo (Leberatto, 2016). Es esta una relación aversiva, donde en primera instancia el humano quiere relacionarse con otra especie sin reconocer que no conoce a profundidad su comportamiento y por ende no sabe cómo tratarla, de esta manera, el primer contacto se da por un sentimiento de ternura que luego desaparece, cuando el animal empieza a realizar comportamientos propios de su especie, pero incomprendidos por los humanos y termina en acciones de crueldad hacia los animales.

La reintroducción de especies es otra relación entre los humanos y los animales que describe diferentes percepciones entre las comunidades.

Un ejemplo de esto es la reintroducción de nutrias en Canadá en la década de los setentas, los pescadores no estaban de acuerdo mientras los comerciantes si (Echeverri, Karp, Naidoo, Zhao, & Chan, 2018). El manejo de este tipo de situaciones requiere equipos interdisciplinarios para implementar programas efectivos de inclusión de la comunidad donde se fomente el conocimiento de las especies (Echeverri *et al.*, 2018), se empleen estrategias idóneas en el manejo de comunidades humanas, se ofrezcan alternativas económicas adicionales y sea posible llegar a un punto de equilibrio entre las partes.

Pero no todos los aspectos de la relación humano-animal son negativos, pues, puede contribuir a la conservación de las especies por los vínculos emocionales que se existen entre el hombre y los animales (Echeverri *et al.*, 2018). Entendiendo el comportamiento natural de los animales silvestres, es posible reconocer que, aunque no vivan con los humanos tienen relaciones directas e indirectas con ellos.

Las relaciones de humanos y animales pueden clasificarse en tangibles e intangibles; entre las intangibles están las estéticas, de inspiración artística, herencia cultural, conexiones espirituales, identidad, conocimiento, cosmovisión en los idiomas y capital social (Echeverri, Karp, Naidoo, Zhao, & Chan, 2018).

Aprovechando este tipo de relaciones, los centros de conservación ex-situ, han iniciado proyectos de educación ambiental que promueven el conocimiento de los animales y por ende un mejor manejo de ellos (Lindholm III, 2017). Un reto importante para estos centros es alcanzar una sensibilidad del humano hacia los anfibios, ya que en la mayoría de los casos las personas que visitan este tipo de lugares prefieren observar mamíferos. La integración de varios profesionales como

psicólogos de conservación, expertos en marketing de conservación artistas y biólogos atrae la atención de las personas hacia estas especies animales (Echeverri *et al.*, 2018).

¿QUÉ ES UN CENTRO DE CONSERVACIÓN EX-SITU?

Entre los centros de conservación que se conocen en Colombia se tienen: los CAVs (Centros de atención y valoración de animales silvestres), CAVR (Centros de atención, valoración y rehabilitación de animales silvestres), Centros de rehabilitación de animales silvestres y Hogares de paso. Se tienen otras figuras como los tenedores de fauna silvestre y red de amigos de la fauna, que, en muchas ocasiones realizan labores de tenencia legal de animales en fincas con las condiciones de cautiverio adecuadas y bajo los parámetros de la CAR de la zona (Estrada-Cely, Guzmán-Rios, & Parra-Herrera, 2019, Resolución 2064 de 2010). Otros lugares que se reconocen en Colombia como centros de conservación son los Zoológicos, acuarios, parques temáticos, Bioparques y zocriaderos, los cuales son destinos finales de los animales y en algunos casos funcionan como colecciones de animales vivos (Estrada-Cely, Guzmán-Rios, & Parra-Herrera, 2019; Resolución 2064 de 2010).

Para abordar con mayor profundidad las funciones de los centros de conservación ex-situ, se presentarán de manera separada los zoológicos, acuarios, parques temáticos y bioparques; de los CAVs, CAVR, centros de rehabilitación hogares de paso y zocriaderos; ya que, aunque los dos están orientados a la conservación, tienen diferentes formas de operar y objetivos de funcionamiento.

LABORES DE LOS CENTROS DE CONSERVACIÓN EX-SITU: ZOOLOGICOS: FUNCIONES, CONTRIBUCIÓN Y PUNTOS DE INFLEXIÓN.

La historia de los zoológicos se remonta a 2.500 años A.C en Egipto, esta civilización tenía animales en cautiverio para rituales religiosos y prácticas de poder y adorno. En China en el año 1.150 A.C, existía el parque del conocimiento, donde tenían una gran colección de animales. En ciudad de México en el 1.519 el cacique Montezuma, tenía un inmenso jardín zoológico (De la Ossa, 2016, Lyles & Wharton, 2013). En el imperio romano se tuvo animales en cautiverio para realizar los espectáculos en la arena como ellos los llamaban, se usaban animales salvajes (De la Ossa, 2016, Lyles & Wharton, 2013). De la misma manera muchas culturas occidentales y miembros de la realeza tenían en sus jardines hermosas plantas y animales para su deleite (Lyles & Wharton, 2013).

El primer zoológico moderno es el Schonbrunn en Viena, establecido como una colección privada en 1.770 y que fue abierto al público de manera intermitente y se conserva hasta el día de hoy. Los zoológicos en sus inicios no tenían fines de conservación, en su mayoría, fueron creados con ideas de entretenimiento; sin embargo, el día de hoy existen instituciones zoológicas creadas para la conservación de las especies (Lyles & Wharton, 2013). Con la expansión de los humanos los zoológicos empiezan a tener una mayor participación como reproductores de vida silvestre ya que los animales se vuelven cada vez más escasos y es necesario tener animales viables para futuras prácticas de restauración o gestión de la vida silvestre (Lyles & Wharton, 2013).

Los zoológicos sufren una dualidad en términos éticos, por un lado, son lugares donde las per-

sonas van a distraerse y en varias ocasiones, los animales sufren condiciones de estrés por el alto flujo de visitantes, y por otro, en ellos es posible aprender sobre biodiversidad, contribuyen en la educación ambiental y algunos incluso apoyan proyectos de conservación in-situ (Gross, 2015). Pero ¿pueden los zoológicos garantizar que si realizan planes reales de educación ambiental efectivos? Gross, 2015 propone diversos estudios de percepción que permiten evaluar el nivel de conocimiento que adquieren los visitantes en un zoológico, entonces surge otra inquietud ¿es posible que ese mismo conocimiento lo pueda adquirir el visitante a través de un video o cualquier ayuda audiovisual? esta es una pregunta muy interesante, ya que de ser positiva desaparece la necesidad de tener animales encerrados para fines de educación.

Otro valor agregado que pueden dar los zoológicos es su función como bancos genéticos para especies animales, con fines de repoblar lugares en vida libre y aumentar el número de individuos por especie (Gross, 2015). La participación cooperativa de varias instituciones zoológicas en este objetivo ha posibilitado la viabilidad de los animales que ellos albergan; esto es importante en términos de conservación ya que de esta manera es posible realizar intercambios de animales genéticamente viables entre zoológicos para realizar programas de reproducción adecuados (Lyles & Wharton, 2013). Es de gran importancia que a esta gestión de fauna se unan los centros de rescate, de tal manera que se pueda crear un cuerpo completo para el manejo de la fauna en términos de conservación ex-situ; cada uno con su visión, pero trabajando en conjunto para un objetivo de conservación claro y asertivo.

Estas instituciones también cuentan con una buena capacidad para conseguir recursos y poder desarrollar programas de conservación

in-situ, de educación ambiental y de extensión social (Gross, 2015).

Adicionalmente, cuentan con varias herramientas de manejo animal que les posibilitan generar información organizada, técnicas positivas y estandarizadas de bienestar animal, parámetros éticos de manejo animal (Braverman, 2013) y capacitación de sus trabajadores, a través de agremiaciones mundiales y regionales como: la Asociación Mundial de Zoológicos y Acuarios (WAZA, por sus siglas en inglés) (Braverman, 2013) la Asociación de zoológicos y acuarios de norte América (AZA, por su sigla en inglés), la Asociación europea de zoológicos y acuarios (EAZA, por su sigla en inglés), Asociación Colombiana de Zoológicos y acuarios (ACOPAZOA) Sistema Internacional de Información de Especies (ISIS, por su sigla en inglés) y el Studbooks, base de datos encargada de recolectar información relacionada con la historia de vida de los animales, su genealogía y datos sanitarios (Lyles & Wharton, 2013).

Un inconveniente que se tiene para realizar todas las actividades de conservación propuestas es la falta de recursos en los zoológicos ubicados en la región tropical, que, paradójicamente siendo las zonas más ricas en recursos faunísticos, son áreas pobres en recursos económicos y las actividades de conservación ex-situ son costosas (Lyles & Wharton, 2013).

El cuanto al tema de bienestar animal y la posición de muchas personas defensoras de los derechos de los animales es importante aclarar que los derechos de los animales y el bienestar animal son diferentes, de esta manera, muchos zoológicos han recibido ataques de este tipo por ser acusados de maltrato tener animales encerrados (Lyles & Wharton, 2013), pero para lanzar este tipo de juicios es necesario reconocer que en la historia de la humanidad y su naturaleza, la relación de

los animales silvestres y el hombre siempre ha existido y que es importante encontrar un punto de conciliación entre los dos, como especies independientes generalmente se tiene la tendencia a buscar el beneficio propio, la diferencia es que los humanos cuentan con capacidad de juicio, y es aquí donde radica la necesidad de establecer un orden entre cada cosa. Otro punto importante es que para impartir este tipo de juicios, es necesario conocer el comportamiento natural de los animales y no antropizar ese comportamiento, como ha ocurrido en algunos casos (Lyles & Wharton, 2013).

Las labores de reproducción no son fáciles, ya que si bien para un zoológico es provechoso tener reproducción para el reemplazo de sus ejemplares y la generación de animales viables para liberación, es también un problema cuando se tienen excedentes de estos animales, algunas instituciones venden sus excedentes a coleccionistas privados, los cuales son usados para realizar cacería deportiva, y prácticas éticamente inadecuadas que ponen en entredicho la gestión de los zoológicos involucrados (Lyles & Wharton, 2013). Es aquí donde el criterio en estas instituciones debe ser controlado. Otros zoológicos han realizado contracepción con sus animales, pero de nuevo surge otro dilema ético, si la función de estas instituciones es contar con bancos genético de las especies, ¿Cómo puede un animal sin órganos reproductivos cumplir esta característica?, es así como otros zoológicos han optado por la separación física de machos y hembras en los que no se desea tener descendencia, con esta práctica surge otro inconveniente relacionado con el espacio (Lyles & Wharton, 2013). Son temas controversiales y difíciles de manejar, aplican el buen criterio de equipos técnicos para tomar decisiones fundamentadas en criterios éticos.

En la actualidad los zoológicos buscan cautivar a los visitantes y llevar un mensaje de conservación a cada persona, es el caso de las prácticas de inmersión y actividades temáticas, con las que cuentan algunas instituciones; otros han incursionado en nuevas maneras de hacer sus exhibiciones animales, usando varias especies y varios tipos de plantas en un mismo lugar, estos son llamados bioparques; otros han incursionado en el mundo de la tecnología creando animales virtuales para el deleite de los visitantes (Lyles & Wharton, 2013).

En gran medida los zoológicos han procurado albergar todo tipo de animales con el fin de poder tener todas las especies para posteriores programas de reintroducción (Lyles & Wharton, 2013). Sin embargo, no todas las especies son posibles de albergar en lugares cautivos, ya que muchas especies no se reproducen en cautiverio o toman comportamientos inadecuados (De la osa, 2016), en estos casos la alternativa es preservar áreas donde habitan las especies.

El paso posterior a la tenencia de los animales viables para liberación es la reintroducción, la que ha sido exitosa para animales como: hurón de patas negras, cóndor de California, bisonte europeo, caballo salvaje mongol, oryx árabe, caracoles partícula y rieles de Guam. Estos son procesos costosos y no se tienen certeza de éxito (Lyles & Wharton, 2013). Este tipo de actividades de rehabilitación y reintroducción también son realizadas por los centros de atención y rehabilitación, los cuales se abordarán a continuación.

CENTROS DE ATENCIÓN DE FAUNA: FUNCIONES Y CONTRIBUCIÓN

La labor que cumple un centro de atención de animales silvestres corresponde al mantenimiento, rehabilitación, evaluación del estado de salud y comportamental de los animales para poste-

riormente proceder a su liberación o reubicación (Romero, Espinoza, Sallaberry-Pincheira, & Napolitano, 2019; Silva-de-Oliveira *et al.*, 2020)even in countries where such practices are prohibited, such as Brazil. This study aimed to evaluate the origin and destination of wild animals seized in the state of Rio Grande do Norte (RN. Otra función importante es la contribución al conocimiento sobre las especies más traficadas, dado que se deben llevar registros de los animales ingresados, permitiendo caracterizar las especies en términos de tráfico ilegal (Silva-de-Oliveira *et al.*, 2020).

Otra importante contribución que realizan estos centros es la provisión de registros de animales, con los cuales es posible conocer estados de movimiento, condiciones de tráfico, condiciones de bienestar de animales albergados en ellos o de animales que llegan a los centros (Silva *et al.*, 2014).

El monitoreo de enfermedades de vida silvestre hoy cobra una mayor importancia debido a la ampliación de zonas urbanas hacia áreas boscosas, esta labor es costosa y de un gran cuidado, por lo cual, algunos centros de atención han implementado métodos de monitoreo de enfermedades (Gourlay *et al.*, 2014).

Los animales generalmente ingresaban con traumas múltiples a los centros de atención (Romero *et al.*, 2019). Este tipo de lesiones describen el manejo que tienen los animales silvestres antes de ingresar y demuestran poca adaptación de convivencia de los humanos o más bien, de la civilización actual con los animales silvestres.

En Colombia se cuenta con pocos centros de atención, en el departamento del Caquetá, donde hay una gran biodiversidad y se observa un alto grado de tráfico ilegal de fauna silvestre, no se cuenta con un CAV para poder realizar la tenencia de animales post-decomiso de una manera adecuada

(Estrada-Cely *et al.*, 2019). Esto es preocupante, por el mínimo bienestar animal luego de su decomiso, generando en ocasiones liberación de animales de manera indiscriminada, aunque no estén preparados para ello (Estrada-Cely *et al.*, 2017).

En Costa Rica se observa otra modalidad de tenencia ex-situ y son los herpetarios, lugares donde albergan herpetos: reptiles y anfibios para la exhibición, venta, investigación y conservación en las cuales se observaron inconsistencias que revelan objetivos poco claros de funcionamiento. Otra característica es que en su mayoría estos negocios son empresas familiares (Arias-Ortega, Bonilla-Murillo, & Sasa, 2016).

En Costa Rica la normatividad admite la zootría, en Colombia es permitida, pero debe ser aprobada por la corporación autónoma regional de la jurisdicción (Ley 611 del 2000). Los centros de conservación, rescate y exhibición, tienen diferentes oportunidades comerciales para mantenerse como negocio, y aunque en la actualidad las regulaciones sean mayores, es evidente el gusto de las personas por ver animales de fauna silvestre, por esta razón es necesario encontrar un punto de encuentro entre estas actividades. Por ejemplo, las entidades gubernamentales de Costa Rica, aprovechando la experiencia del personal, utilizan a los herpetarios como centros de albergue temporal de los animales decomisados (Arias-Ortega, Bonilla-Murillo, & Sasa, 2016).

BIENESTAR EN CENTROS DE CONSERVACIÓN EX-SITU

Los CAVS y entidades gubernamentales, tienen una dificultad grande para garantizar el bienestar de los animales, ya que el número de animales recibidos por los centros es muy alto, adicionalmente, posterior a su estancia se dificulta su manejo, teniendo en cuenta que en muchas ocasiones,

han convivido bastante tiempo con humanos lo que imposibilita la rehabilitación y liberación en corto tiempo. Esto conlleva a dificultades en la gestión de fauna y en muchas ocasiones dilemas éticos entre la aplicación de eutanasia o la búsqueda de otro destino para los animales (Estrada-Cely *et al.*, 2019).

En Colombia existen varias normas que velan por el bienestar animal y en ellas se expone el tema del bienestar de animales silvestres. El ministerio de salud presenta unos lineamientos sobre tenencia responsable, la ley 84 de 1989 dicta en su capítulo VIII sobre la caza, la pesca y algunos apartes sobre el manejo de fauna silvestre, en la actualidad hay un proyecto de ley que de ser aprobado, actualizará la ley 87 de 1989 y en este se incluyen varios puntos referentes a la fauna silvestre; otra legislación importante con relación al manejo de fauna silvestre es la ley 611 del 2000, por la cual se dictan normas para el manejo sostenible de las especies de fauna silvestre y acuática, en ella se incluyen algunas directrices orientadas a la zootría. La ley 1333 establece el procedimiento sancionatorio ambiental se identifican destinos para la fauna silvestre. La ley 1774 de 2016 y la ley 1801 de ese mismo año, afianzan aún más los parámetros para sancionar el maltrato animal en Colombia y se establece que los animales son sintientes. La resolución 2064 de 2010 describe las disposiciones de las especies silvestres, luego de su decomiso o entrega voluntaria (Estrada-Cely *et al.*, 2017).

Otros centros de conservación ex-situ son los centros de rescate que como se había anotado anteriormente surgen por la necesidad de darle albergue a los animales que son víctimas de tráfico ilegal. En estos lugares, se realizan actividades en pro al bienestar de los animales, como el enriquecimiento ambiental, esta es una actividad que procura el uso del tiempo de los animales cautivos, realiza actividades de rehabilitación para

aquellos animales que están en vías de liberación, disminuye la presentación de estereotipias en los animales y mejora sus condiciones de vida (Estrada & Parra, 2007).

En los zoológicos es común encontrar prácticas de enriquecimiento ambiental, para mejorar el estado mental de los animales albergados en él. Para evaluar las condiciones mentales de los animales, es necesario evaluar comportamientos útiles tales como: ausencia de estereotipias, desempeño natural en el entorno, búsqueda de alimento, actividades reproductivas y actividades maternas (De la Osa, 2016). Otros indicadores de bienestar animal son: condición corporal, constantes fisiológicas, incidencia de enfermedades, índices reproductivos y esperanza de vida (Broom & Fraser, 2015), estos indicadores muestran la percepción que el animal tiene frente al medio donde habita y permite tomar decisiones acertadas acerca del manejo óptimo (De la Osa, 2016).

Relacionado con el bienestar surgen técnicas interesantes para realizar procedimientos poco invasivos para los animales es la termografía, la cual consiste en hacer diferentes tipos de monitoreos por medio del calor emanado por los animales, Cilulko, Janiszewski, Bogdaszewski, & Szczygielska, 2013 reportaron varios trabajos realizados en vida silvestre, en su mayoría en vida libre, aunque esta técnica aún tiene limitaciones de tipo tecnológico y de costos, es una buena alternativa para los animales silvestres en cautiverios, pues permite realizar monitoreos de manera remota.

REHABILITACIÓN DE FAUNA SILVESTRE: DEBER O PÉRDIDA DE ESFUERZOS

Para hablar de rehabilitación lo primero que se debe tener en cuenta es su definición; la cual se define como el tratamiento y cuidado temporal

de animales lesionados, enfermos abandonados con miras a la liberación y recuperación de sus condiciones de libertad (E. Miller & Woltman, 2017; Romero *et al.*, 2019).

En USA existe una asociación de rehabilitadores, las cuales son personas con diferentes profesiones que se dedican a cuidar a los animales abandonados en albergues o incluso en sus casas. Estos lugares deben cumplir con estándares mínimos de desinfección y manejo para poder llevarse a cabo la actividad. Otros lugares más especializados como el centro de aves de presa en Alaska, además de hacer actividades de rehabilitación, realiza ecoturismo, con esto, dan a conocer sus objetivos y consiguen personas que los apoyan económicamente o fomentan el apoyo a otras instituciones de rehabilitación. Sin embargo, esto no siempre es viable para todas las especies animales y lugares, ya que es otra la situación con el centro de rehabilitación de gorilas en Ruanda, donde los turistas pueden representar potencial contagio de enfermedades a los animales y con esto entorpecer los procesos de rehabilitación (E. Miller & Woltman, 2017).

En África se realizan actividades de rehabilitación con Rinocerontes huérfanos víctimas de la caza de su madre. Se mostró en un estudio realizado que el contacto de los animales con las personas debe ser mínimo para garantizar el bienestar de dichas especies (Fàbregas *et al.*, 2020); sin embargo, el estudio no es concluyente ya que no fue posible realizar los mismos métodos de rehabilitación para ambos grupos. Es necesario continuar perfeccionando los métodos de investigación para poder concluir si los procesos de rehabilitación en realidad son efectivos o no, y evaluar el costo - beneficio de cada proceso. Los proyectos de rehabilitación son un deber de los humanos y se deben llevar a cabo teniendo en cuenta la rigurosidad y buen juicio que se debe tener, apli-

cando los criterios enunciados por Estrada-Cely, Parra-Herrera, & Ganem-Galindo 2017 y la resolución 2064 de 2010 donde es necesario contar con un equipo interdisciplinario y experto para tomar estas decisiones.

Guy, Curnoe, & Banks, 2013 realizaron un estudio donde evaluaron la percepción de los diferentes centros de rehabilitación de mamíferos a nivel mundial, encontrando que la mayoría coinciden en la presentación de problemas por la liberación de animales no aptos, la falta de capacitación en sus operarios, las dificultades para realizar seguimientos post liberación, y los altos costos de estas actividades. En Colombia estas características concuerdan con el estudio mencionado, para mitigar la dificultad en los costos de seguimiento post liberación algunos investigadores realizan seguimientos directos de los animales liberados (Arango-Guerra, Ballesteros-Ruiz, García-Castillo, & Monsalve-Buriticá, 2013), o han usado a la comunidad para realizar el seguimiento de las especies liberadas, esta puede ser una buena propuesta dado que se integra a los actores rurales y se genera un mayor sentido de pertenencia con su entorno natural.

Otro importante punto para analizar es el costo que se puede disminuir cuando se pueden liberar animales en lugar estar en los centros de atención versus el costo de realizar estudios de seguimiento post liberación de los animales, Yarnell *et al.* (2019) realizaron un estudio con erizos en Reino Unido y concluyeron que podían liberarse en épocas de invierno bajo las condiciones propuestas por los autores. De esta manera, aunque el costo del seguimiento fue alto en este caso, los resultados de la investigación permiten disminuir costos de mantenimiento de los animales.

Para la rehabilitación y posterior liberación también es necesario tener en cuenta el estado sanita-

rio de los animales próximos a liberar, el potencial de enfermedades que puede tener una especie y la manera de controlar una contaminación en vida libre, otra cosa importante es la procedencia de los animales y las estrategias post liberación, que se deben tener en cuenta para un procedimiento que aporte a la conservación de las especies (Choperena-Palencia & Mancera-Rodríguez, 2016).

De esta manera el debate de la rehabilitación continúa y es más una situación para analizar en el contexto de cada centro de atención y rehabilitación, de la especie próxima a liberar y del país en el cual se va a realizar la actividad para poder emitir y desarrollar lineamientos específicos que comprometan el bienestar de los animales y de los humanos y donde se tengan medidas bioéticas.

REINTRODUCCIÓN DE FAUNA EN BOSQUES: CONTRIBUCIÓN O EXTINCIÓN

El proceso final después de la tenencia de animales en centros de atención, de rehabilitación o de rescate, es liberar a los animales, reubicarlos o si no tienen una opción en ninguno de los anteriores la eutanasia (Resolución 2064 del 2010). La reubicación de los animales generalmente se hace en zoológicos, la liberación o reintroducción de animales se hace en los bosques y como se mencionaba anteriormente tienen grandes detractores, aquí se van a analizar todos aquellos casos que tienen relación con la reintroducción de especies, que si bien es costosa y puede generar amenazas en el contagio de enfermedades. Existen ejemplos importantes donde las reintroducciones han generado un efecto diamante en el ecosistema (Serrano-Montes, Gómez-Zotano, & Olmedo-Cobo, 2017). Esta estrategia se convierte en una opción para países que ya tienen extintas muchas de sus especies, y se habla de la reintro-

ducción de especies ingenieras como el lince, castor y el lobo en Inglaterra (Serrano-Montes *et al.*, 2017).

Otro tipo de reintroducción es la translocación que se realiza en proyectos de aprovechamiento del ecosistema en donde es necesario mover las especies existentes en esa zona para otro lugar, en este caso, no es conservación ex-situ propiamente dicha, pero en muchas ocasiones es necesario trasladar los animales a centros de rescate antes de ser traslocados. La translocación es una práctica muy controversial, porque hasta el momento hay muy pocos trabajos que muestran seguimientos luego de las traslocaciones, efecto que sería de gran valor conocerlo (Villaseñor, Escobar, & Estades, 2013).

En países donde ya no hay tanta biodiversidad, pero si existen zonas arborizadas como parques se ha implementado estrategias de reintroducción, pero con finalidades estéticas, es el caso de la ardilla roja en (*Sciurus vulgaris*), en Portugal, en el cual se observa que las poblaciones no se mantienen estables. Los autores reclaman que aunque la finalidad de la reintroducción no sea la conservación, se mantengan los estándares de manejo para los animales reintroducidos y así se mantenga el bienestar garantizando la supervivencia de las especies (Vieira, Fonseca, & Rocha, 2015).

La posición que algunos biólogos presentan con relación a las liberaciones realizadas sin ninguna rigurosidad y cuidado, es que representan un riesgo de bienestar animal para las poblaciones silvestres ya que representan potenciales introducciones de enfermedades, incompatibilidad genética que puede ser más que una solución, un problema no sólo para las especies liberadas sino para otras que pueden ser susceptibles de esta situación (Bonell-Rojas, Alvarez-Rincón, & Ron-

cancio-Duque, 2018) ; (Cadena & Jiménez, 2004); (Roncancio, 2012); (Wei, 2016).

ASPECTOS ÉTICOS EN EL MANEJO DE FAUNA

Cada vez que un animal silvestre llega a un centro de conservación ex-situ es necesario determinar cuál es su estado de salud física, mental y evaluar qué tan viable es incluir al animal en un programa de rehabilitación, liberación, reubicación o si es necesario aplicar la eutanasia. Cuando se menciona esta última alternativa son muchas las razones y conflictos éticos que surgen, ya que, si el animal en últimas es una víctima del maltrato o del tráfico ilegal, ¿Por qué él debe pagar las consecuencias? Desde el punto de vista del sujeto, resulta complicado tomar una decisión como esta. Pero desde un punto de vista poblacional, resulta un poco más factible, ya que el animal puede representar riesgo para la salud de otros animales o puede vivir el resto de su vida privado de condiciones mínimas de bienestar animal (Barber & Mellen, 2017).

Por lo anterior en la resolución 2064 de 2010 se puede observar un protocolo de destino de los animales luego del ingreso a un centro de atención (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, 2010). En concordancia, Estrada-Cely, Parra-Herrera, y Ganem-Galindo, 2017 propone unos lineamientos éticos para decidir cómo manejar a los animales silvestres post decomiso, estas medidas consisten en integrar equipos interdisciplinarios para la toma de decisiones.

En el caso de los centros de conservación ex-situ, estos equipos deben estar conformados por un médico veterinario un zootecnista y un biólogo, posibilitando la inclusión de diferentes criterios basados en sus conocimientos técnicos y criterios ético-profesionales; es aquí donde la acade-

mia tiene una participación importante, ya que si se forman profesionales conscientes, con herramientas éticas para tomar buenas decisiones a lo que a manejo de fauna se refiere, es posible lograr los objetivos de sostenibilidad en el manejo de fauna, no es suficiente con imprimir conocimientos meramente técnicos, es necesario proporcionar herramientas éticas que le permita al futuro profesional tener criterios claros y acertados de manejo de fauna (Hernández-Silva *et al.*, 2018).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los centros de conservación ex-situ ofrecen grandes aportes al manejo y gestión de la vida silvestre. Es necesario generar una mayor inversión y estrategias que permitan integrar los esfuerzos tanto de zoológicos como de centros de atención y rehabilitación; seguir el ejemplo de las asociaciones zoológicas es una buena alternativa para los centros de atención de fauna, ya que si se tienen protocolos estandarizados de manejo de fauna es mucho más sencillos evaluar la gestión y ejecutar las diferentes actividades relacionadas, adicionalmente, con buenos registros es posible conocer el estado real del tráfico de fauna y poder tomar medidas de control efectivas, publicar trabajos relacionados con la gestión de los centros de atención relacionadas con la gestión de fauna.

Es importante reconocer que como seres humanos somos responsables de cuidar los recursos naturales y entre ellos a los animales silvestres, respetarlos y mantenerlos en las mejores condiciones, procurando su bienestar y su identidad como animales, seres sintientes y aunque en algunas ocasiones los humanos compite por recursos habitacionales y alimenticios con ellos, hay que recordar que los que tienen juicio son los humanos y por lo tanto son los llamados a tomar el

primer paso para conservar y tener empatía con todas las especies animales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arango-Guerra, H. L., Ballesteros-Ruiz, S., García-Castillo, F., & Monsalve-Buriticá, S. (2013). Primer proceso de rehabilitación y reintroducción de un grupo de titís cabeciblancos (*Saguinus oedipus*)*. *Revista Lasallista de Investigación*, 10(1), 49–61.
- Arias-Ortega, J., Bonilla-Murrilo, F., & Sasa, M. (2016). Desarrollo de la herpetocultura en Costa Rica: Situación actual de herpetarios y manejo ex situ de reptiles y anfibios. *Revista de Ciencias Ambientales*, 50(1), 1. <https://doi.org/10.15359/rca.50-1.1>
- Arroyave-Bermúdez, F., Romero-Goyeneche, O., Bonilla-Gómez, M., & Hurtado-Heredia, R. (2014). Tráfico ilegal de tortugas continentales (Testudinata) en Colombia: una aproximación desde el análisis de redes. *Acta biológica Colombiana*, 19(3), 381–392. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v19n3/v19n3a05.pdf>
- Barber, J., & Mellen, J. (2017). Ética y bienestar animal. En M. Irwin, J. Stoner, & A. Cobaugh (Eds.), *Zookeeping una introducción a la ciencia y tecnología en el cuidado animal* (1a ed., pp. 64–76). Buenos Aires: Fundación Temaikén.
- Bonell Rojas, W. Y., Alvarez Rincón, M. A., & Roncancio Duque, N. J. (2018). Population density of *Saguinus leucopus* (Mammalia : Primates) and landscape characteristics in eastern Antioquia, Colombia. *Therya*, 9(26), 61–68. <https://doi.org/10.12933/therya-18-519>
- Braverman, I. (2013). Conservation without nature: The trouble with in situ versus ex situ conservation. *Geoforum*, 51, 47–57. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.09.018>
- Broom, D., & Fraser, A. (2015). *domestic animal behavior and welfare* (5a ed.). Oxford: CABI.

- Cadena, C. D., & Jiménez, I. (2004). Por qué no liberar animales silvestres decomisados. *Ornitología colombiana*, (2), 53–57.
- Choperena-Palencia, M., & Mancera-Rodríguez, N. (2016). Guidelines for monitoring and post-release monitoring of wildlife rehabilitated. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 2(19), 411–424. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v19n2/v19n2a18.pdf>
- Cilulko, J., Janiszewski, P., Bogdaszewski, M., & Szczygielska, E. (2013). Infrared thermal imaging in studies of wild animals. *European Journal of Wildlife Research*, 59(1), 17–23. <https://doi.org/10.1007/s10344-012-0688-1>
- Congreso de Colombia, Ley 99 de 1993, Pub. L. No. Ley 99 de 1993, 1993 6 (2003). Colombia. <https://doi.org/10.16309/j.cnki.issn.1007-1776.2003.03.004>
- Cruz-Antía, D., & Gómez, J. R. (2010). Aproximación al uso y tráfico de fauna silvestre en Puerto Carreño, Vichada, Colombia. *Ambiente y Desarrollo*, XIV(26), 64–94.
- Daut, E., Brightsmith, D., & Peterson, M. (2015). Role of non-governmental organizations in combating illegal wildlife-pet trade in Peru. *Journal for Nature Conservation*, 24(C), 72–82. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2014.10.005>
- De la osa, J. (2016). Revista colombiana de ciencia animal estudio de caso. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 8, 411–423. Recuperado de <http://www.recia.edu.co>
- Defler, T. (2003). *Primates de Colombia*. (J. Rodríguez-Mahecha, Ed.). Leticia.
- Echeverri, A., Karp, D. S., Naidoo, R., Zhao, J., & Chan, K. M. A. (2018). Approaching human-animal relationships from multiple angles: A synthetic perspective. *Biological Conservation*, 224(May), 50–62. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.05.015>
- Estrada-Cely, G. E., Guzmán-Rios, M. A., & Parra-Herrera, J. P. (2019). Estado actual de la fauna silvestre posdecomiso en el departamento del Caquetá – Colombia. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 14, 64–85.
- Estrada-Cely, G. E., Parra-Herrera, J. P., & Ganem-Galindo, N. C. (2017). Metodología bioética para la toma de decisiones en fauna silvestre sometida a cautiverio. *Revista Colombiana de Bioética*, 12(2). <https://doi.org/10.18270/rcb.v12i2.2051>
- Estrada, G., & Parra, J. (2007). Enriquecimiento ambiental de fauna silvestre sometida a cautiverio en el hogar de paso uniamazonía - CORPOAMAZONIA. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 2(2), 8–13. <https://doi.org/10.1021/ja055460c>
- Fàbregas, M. C., Fosgate, G. T., Ganswindt, A., Bertschinger, H., Hofmeyr, M., & Meyer, L. C. R. (2020). Rehabilitation method affects behavior, welfare, and adaptation potential for subsequent release of orphaned white rhinoceros. *Acta Ethologica*, 1–10. <https://doi.org/10.1007/s10211-020-00343-w>
- Gourlay, P., Decors, A., Moinet, M., Lambert, O., Lawson, B., Beaudeau, F., & Assié, S. (2014). The potential capacity of French wildlife rescue centres for wild bird disease surveillance. *European Journal of Wildlife Research*, 60(6), 865–873. <https://doi.org/10.1007/s10344-014-0853-9>
- Gross, M. (2015). Can zoos offer more than entertainment? *Current Biology*, 25(10), R391–R394. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.04.056>
- Hernández-Silva, D. A., Pulido, M. T., Zuria, I., Gallina Tessaro, S. A., & Sánchez-Rojas, G. (2018). El manejo como herramienta para la conservación y aprovechamiento de la fauna silvestre: acceso a la sustentabilidad en México. *Acta Universitaria*, 28(4), 31–41. <https://doi.org/10.15174/au.2018.2171>
- Hiraldo, F. (2002). Jornadas técnicas de recuperación de fauna : Jérez, 4-6 Octubre de 2002. Jérez. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=379304>

- Iguero, I. (2020). CITES. Recuperado de <https://cites.org/eng/disc/how.php>
- Leberatto, A. C. (2016). Understanding the illegal trade of live wildlife species in Peru. *Trends in Organized Crime*, 19(1), 42–66. <https://doi.org/10.1007/s12117-015-9262-z>
- Lindholm III, J. (2017). Historia de los zoológicos. En M. Irwin, J. Stoner, & A. Cobaugh (Eds.), *Zookeeping una introducción a la ciencia y tecnología en el cuidado animal* (1a ed., pp. 37–50). Buenos Aires: Fundación Temaikén.
- Lozada, J. C. Código de protección y bienestar animal 2020, Cámara de representantes del congreso de la república de Colombia. <http://www.camara.gov.co/codigo-de-proteccion-y-bienestar>
- Lyles, A. M., & Wharton, D. (2013). Zoos and zoological parks. *Encyclopedia of Biodiversity: Second Edition*, 7, 470–479. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00295-1>
- Maldonado, A. (2013). Diagnóstico sobre el comercio de monos nocturnos *Aotus* spp. en la frontera entre Colombia, Perú y Brasil. En T. R. Defler, P. R. Stevenson, M. L. Bueno, & D. Guzmán-Caro (Eds.), *Primates colombianos en peligro de extinción* (pp. 39–67). Bogotá: Asociación primatológica colombiana.
- Mancera Rodríguez, N., & Reyes García, O. (2008). Comercio de fauna silvestre en Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 61(2), 4618–4645. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179915376015>
- Miller, E., & Woltman, S. (2017). Rehabilitación de vida silvestre. En M. Irwin, J. Stoner, & A. Cobaugh (Eds.), *Zookeeping una introducción a la ciencia y tecnología en el cuidado animal* (1a ed., pp. 687–702). Buenos Aires: Fundación Temaikén.
- Miller, T. R., Minter, B. A., & Malan, L. C. (2011). The new conservation debate: The view from practical ethics. *Biological Conservation*, 144(3), 948–957. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.04.001>
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 1772 de 2010, Pub. L. No. 1772, 2010 (2010). Colombia.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial Resolución 2064 (2010). Colombia.
- Congreso de Colombia. (1993). Ley 99 De 1993. *Diario Oficial*, (41146), 44. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- República de Colombia. (1989). Estatuto nacional de protección de los animales Ley 84 de 1989. *El Congreso de Colombia*, 5(Diciembre 27), 14. <https://doi.org/10.1007/s00431-011-1409-6>
- Romero, F., Espinoza, A., Sallaberry-Pincheira, N., & Napolitano, C. (2019). A five-year retrospective study on patterns of casuistry and insights on the current status of wildlife rescue and rehabilitation centers in Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 92(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s40693-019-0086-0>
- Roncancio N, Rojas B, Rios C, Gómez C, Gutiérrez C, Giraldo P, Velazco J, Franco P, WCS-Colombia. (2012). Plan de conservación y manejo del Tití gris (*Saguinus leucopus*) Sistema Regional de Áreas Protegidas del Eje Cafetero Colombiano. SIRAP, (January), 84. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/261358622_Plan_de_conservacion_y_manejo_del_Titi_gris_Saguinus_leucopus_Sistema_Regional_de_Areas_Protegidas_del_Eje_Cafetero_Colombiano
- Serrano-Montes, J. L., Gómez-Zotano, J., & Olmedo-Cobo, J. A. (2017). El resilvestramiento y el retorno de la fauna: enfoques, experiencias e implicaciones paisajística. *Cuadernos Geográficos*, 56(3), 136–161. <https://doi.org/10.30827/CUADGEO.V56I3.5438>
- Silva-de-Oliveira, E., De-freitas-Torres, D., & Da-Nóbrega-Alves, R. R. (2020). Wild animals seized in a state in Northeast Brazil: Where do

- they come from and where do they go? *Environment, Development and Sustainability*, 22(3), 2343–2363. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0294-9>
- Silva, S., Summa, J., Summa, M., Geraldi, V., Belluci, M., Klefasz, A., Moraes-Barros, N. (2014). Contribution of wildlife governmental centers to conservation and biological study of sloths *Bradypus variegatus*. *Natureza a Conservacao*, 12(1), 79–85. <https://doi.org/10.4322/natcon.2014.014>
- República de Colombia (2016). Ley 1774 de 6 de enero de 2016 Por medio de la cual se modifican el código civil, la ley 84 de 1989, el código penal, el código de procedimiento penal y se dictan otras disposiciones. LEY 1774 DE 2016. Colombia. <https://doi.org/10.17230/nfp.12.86.10>
- Valencia, C. (2018). Fauna silvestre en Colombia: entre la ilegalidad y las oportunidades del comercio internacional en la CITES. *Revista virtual Universidad Católica del Norte*, 55, 128–145.
- Vander Velden, F. (2019). Preciosa naturaleza: los animales como joyas y ornamento en el tráfico de fauna silvestre. *Tabula rasa*, (32), 127–156. <https://doi.org/10.25058/20112742.n32.07>
- Vieira, B. P., Fonseca, C., & Rocha, R. G. (2015). Critical steps to ensure the successful reintroduction of the Eurasian red squirrel. *Animal Biodiversity and Conservation*, 38(1), 49–58.
- Villaseñor, N. R., Escobar, M. A. H., & Estades, C. F. (2013). There is no place like home: High homing rate and increased mortality after translocation of a small mammal. *European Journal of Wildlife Research*, 59(5), 749–760. <https://doi.org/10.1007/s10344-013-0730-y>
- Wei, F. (2016). Research progress in conservation biology of endangered mammals in China. *Acta Theriologica Sinica*, 36(3), 255–269.
- Yeager, J., Luis, R., & Zarling, A. (2020). Mediating ethical considerations in the conservation and sustainable biocommerce of the jewels of the rainforest. *Journal for Nature Conservation*, 54(February), 125803. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2020.125803>



ASFAMEVEZ

Asociación Colombiana de Facultades de
Medicina Veterinaria y Zootecnia