

# Cómo las ratas conquistaron los laboratorios (o cómo lxs científicxs las conquistaron a ellas)

*How rats conquered labs (or how scientists conquered them)*

 **Ignacio Heredia**

Escuela de Filosofía  
Facultad de Filosofía y Humanidades  
Universidad Nacional de Córdoba

 0000-0001-7374-923X  
[igheredia@unc.edu.ar](mailto:igheredia@unc.edu.ar)

Recibido: 24/05/24. Aceptado: 24/08/24

## Resumen

Este artículo explora algunos problemas filosóficos vinculados a las prácticas científicas experimentales con ratas de laboratorio (*Rattus norvegicus*). Esta especie se ha vuelto indispensable en las ciencias de la vida, representando más del 90% de los organismos utilizados en algunas disciplinas. Mediante la experimentación con las mismas, lxs científicxs pretenden extrapolar los resultados obtenidos a otras especies, especialmente al *Homo sapiens*.

El éxito de las ratas de laboratorio nos lleva a preguntarnos por qué y cómo ciertos organismos son usados como modelos. Al analizar la historia de la emergencia de los organismos modelo y su uso contemporáneo, este estudio revela *insights* sobre el uso de modelos en ciencias, subrayando factores históricos y comunitarios que influyen en su elección. La evolución de *Rattus norvegicus* desde una especie sinantrópica hasta un modelo experimental altamente adaptado al

## Abstract

This article explores some philosophical problems of experimental scientific practices with laboratory rats (*Rattus norvegicus*). This species has become indispensable in life sciences, comprising over 90% of organisms employed in some disciplines. Through experimentation, scientists intend to extrapolate results to other species, notably *Homo sapiens*.

The success of laboratory rats necessitates exploring why and how certain organisms are used as models. Analyzing the emergence of model organisms and their contemporary use, this study reveals insights into the use of models in science, highlighting historical and communal factors influencing their choice. The evolution of *Rattus norvegicus* from a synanthropic species to a highly adapted experimental model underscores the complex interplay between human-animal interactions and scientific inquiry. Ultimately, this

---

CÓMO CITAR ESTE TRABAJO | HOW TO CITE THIS PAPER

Heredia, I. (2024). Cómo las ratas conquistaron los laboratorios (o cómo lxs científicxs las conquistaron a ellas). *Síntesis* (15), 21-42.

ambiente de laboratorio señala la compleja interacción entre las relaciones humano-animales y la investigación científica. En última instancia, este análisis pretende enriquecer nuestra comprensión de las prácticas de modelado científico, enfatizando la necesidad de recurrir a una multiplicidad de enfoques para configurar una perspectiva sensible a la historia de la ciencia, la filosofía de los modelos y la experimentación y el análisis de las teorías biológicas.

**Palabras clave:** organismos modelo; ratas de laboratorio; estandarización; historia y filosofía de la biología; estudios de la ciencia y la tecnología.

analysis intends to enrich our understanding of scientific modeling practices, emphasizing the need to draw on a multiplicity of approaches to shape a perspective sensitive to the history of science, the philosophy of models and experimentation, and the analysis of biological theories.

**Keywords:** model organisms; laboratory rats; standardization; history and philosophy of biology; science and technology studies.

**Financiamiento:** *Beca de Estímulo a las Vocaciones Científicas del Consejo Interuniversitario Nacional (CIN): “¿Por qué se elige la rata de laboratorio? Un análisis de los procesos de estandarización en la elección de organismos modelo”. Grupo de investigación Consolidar (SECyT-UNC): “Modelar, simular, experimentar: un análisis epistemológico de las prácticas científicas”.*

---

#### CÓMO CITAR ESTE TRABAJO | HOW TO CITE THIS PAPER

---

Heredia, I. (2024). Cómo las ratas conquistaron los laboratorios (o cómo lxs científicxs las conquistaron a ellas). *Síntesis* (15), 21-42.

## **Cómo las ratas conquistaron los laboratorios (o cómo lxs científicxs las conquistaron a ellas)**

Dentro de la aparente infinidad de tópicos filosóficos, preguntarse por el estudio de las ratas de laboratorio puede parecer excéntrico o, peor aún, irrelevante. Aunque quizás sea culpable de la primera acusación, intentaré mostrar el gran potencial filosófico de analizar las curiosas prácticas de lxs científicxs que experimentan con organismos modelo como las ratas.

Sostengo que para comprender el éxito de la conquista de las ratas a los laboratorios durante el siglo XX será necesario explicar cómo y por qué algunos organismos comenzaron a emplearse como modelos. A su vez, considero que comprender a las ratas y a otro pequeño conjunto de organismos como modelos científicos aportará importantes revisiones a las posiciones ortodoxas sobre qué son y cómo funcionan los modelos. La dirección de este trabajo es, entonces, doble. La rata será una excusa para revisar la filosofía de los modelos, y la filosofía de los modelos servirá de marco para explicar las prácticas en torno a uno de los organismos más prolíficos de la ciencia contemporánea.

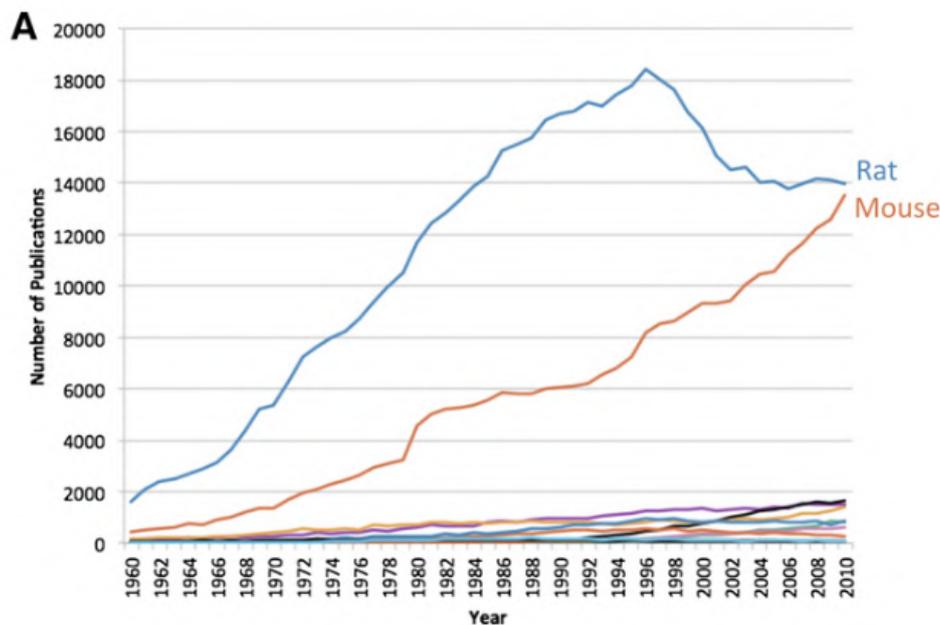
A lo largo de este artículo, presentaré una breve selección de algunos tópicos indagados con más profundidad en mi trabajo final de licenciatura (Heredia, 2023). En primer lugar, reconstruiré una sintética exposición de algunos problemas filosóficos relativos a los modelos científicos y la metodología seleccionada para abordarlos en esta investigación. En segundo lugar, les presentaré una historia (no tan) natural de la *Rattus norvegicus*, desde el momento de su especiación hasta su nuevo “hábitat natural [...] un laboratorio tecnocientífico” (Haraway, 2021, p. 183). Mostraré que se pueden diferenciar algunos procesos de construcción de la especie, que siempre ha estado en estrecha coevolución con la nuestra. En la tercera sección, presentaré una resumida historia de la producción masiva de ratas para su uso en el laboratorio, obra del Instituto Wistar de Philadelphia. Mostraré la centralidad del concepto de estandarización, uno de los valores que comienza a ser protagónico en las ciencias biológicas en el siglo XX. Por último, expondré muy sucintamente algunas de las justificaciones teóricas de esta novedosa metodología experimental: el uso de organismos modelo. Defenderé la tesis de que la existencia de una teoría biológica que la fundamente es posterior a su uso y difusión.

## Por qué y cómo preguntarse por las prácticas científicas alrededor de las ratas

*Para comenzar, debemos enfatizar un enunciado que estoy seguro que habrán escuchado antes, pero que debe ser repetido una y otra vez. Es que las ciencias no tratan de explicar, incluso difícilmente tratan de interpretar. Principalmente, hacen modelos.*

—John von Neumann, “*Method in the Physical Sciences*”

Haríamos bien en indicar, en primera instancia, qué tipo de prácticas son de interés en esta investigación. Actualmente, las ratas de laboratorio (*Rattus norvegicus*) son el organismo más utilizado para la experimentación en las ciencias de la vida (Fig. 1).



**Figura 1.** Número de publicaciones por año por organismos modelo reconocidos por la NIH, en el periodo 1960-2010. Extraído de Dietrich et al., 2014.

De acuerdo a algunos estudios cuantitativos, más del 80% de los experimentos en fisiología utilizan ratas o ratones, mientras que en disciplinas como la genética o la endocrinología el número excede el 90% (Beery y Zuker, 2011; Dietrich et al., 2014). Esta situación contrasta fuertemente con el escenario de principios del siglo pasado, en el que estos roedores representaban menos del 10% de los animales empleados para

investigaciones y lxs científicxs se preocupaban por incluir en sus estudios la mayor cantidad de especies posible, para incorporar la pluralidad de las formas de vida en la Tierra (Logan, 2002; Churchill, 1997). A lo largo del siglo XX, las ratas conquistaron una indiscutible centralidad en la dimensión experimental de las ciencias de la vida, y para hacerlo debieron someterse a un proceso de transformación radical, que también modificó a lxs investigadores, las instituciones científicas, el instrumentario y las metodologías de investigación.

¿Tanto importa la biología de las ratas como para estudiarlas casi con exclusividad? ¿No deberíamos prestar más atención a otras especies, como al humano? He aquí uno de los aspectos más importantes de las prácticas científicas con ratas: no se estudian para aprender sobre ellas mismas, sino con la esperanza de extrapolar esos conocimientos a otras especies y/o para reemplazarlas con fines interventivos. En la jerga filosófica, llamamos a este tipo de objeto indirecto de investigación “modelo” (Godfrey-Smith, 2007). Por ejemplo, cuando una bióloga hace un modelo computacional de las poblaciones animales que estudia, se alejará del campo, del sol y de los mosquitos, y estudiará los datos que su computadora le brinda bajo la comodidad del aire acondicionado de su oficina. Los modelos forman parte de una estrategia indirecta de las ciencias y se utilizan porque permiten sortear las diferentes desventajas del trabajo directo con el fenómeno de interés y, además, porque aportan sustantivas ventajas epistémicas gracias a características propias del modelo, como su manipulabilidad, controlabilidad y simplicidad.

El vínculo entre los modelos y sus *target* —esto es, los sistemas que pretenden reemplazar— se ha convertido en un problema filosófico de proporciones titánicas y, para resolverlo, se han acudido a complejas teorías del lenguaje, enrevesados giros ontológicos, engorrosas formalizaciones y, sorprendentemente, largas discusiones sobre la naturaleza y el alcance de las ficciones (Fine, 1993; Suárez 2009). Es que aún permanece envuelto en una capa de misterio cómo es posible que lxs científicxs aprendan (tanto) sobre el mundo rehusándose a tratar con él directamente, y en cambio, investigando construcciones artificiales que ellos mismos realizan.

A mi juicio, la filosofía todavía carece de la creatividad necesaria para afrontar este problema. A lo largo de la historia, una abrumadora mayoría de análisis se enfocaron casi exclusivamente en modelos matemáticos y físicos, ignorando la pluralidad ontológica y funcional de los modelos. Lxs filósofxs, cual censores, denunciaron a los modelos de una excesiva promiscuidad —como Nelson Goodman, quien afirmó que se llama modelo a “casi cualquier cosa, desde una rubia desnuda a una ecuación cuadrática” (1968/2010, p. 160)— y pretendieron devolverlos a la monogamia

comprometiéndolos con definiciones unívocas que circunscriban su funcionalidad o que determinen sus características ontológicas. Han sido especialmente reacios a aceptar la existencia de modelos concretos que deben su éxito a características materiales y al análisis de la trayectoria histórica de las prácticas para analizar sus características epistémicas.

En las últimas décadas, afortunadamente, la situación se ha revertido, y algunos autores están dispuestos a defender que tanto ecuaciones diferenciales que aportan precisos resultados numéricos como mamíferos cuadrúpedos que comen y chillan pueden desempeñarse como modelos (Griesemer, 1990). Este movimiento es, sin dudas, síntoma de un cambio en la imagen de la ciencia percibida por los filósofos. A finales del siglo pasado, se comenzó a dirigir la atención a aspectos no-abstractos de la ciencia, como su dimensión social (Bloor, 1976), el trabajo cotidiano (Latour y Woolgar, 1979), la experimentación (Hacking, 1983), y, de forma más amplia, las prácticas científicas (Pickering, 1992). Investigaciones como estas mostraron que el análisis filosófico sobre la ciencia no puede reducirse a sus aspectos matemáticos, formales o proposicionales sin perder una buena parte de la complejidad que la caracteriza.

En esta investigación me propongo explicar algunos aspectos del éxito de la conquista de las ratas a los laboratorios durante el siglo XX. Para realizar una tarea de esta naturaleza —en la que el objeto de investigación son prácticas científicas en lugar de teorías— resulta necesario incluir no sólo reflexiones sobre las teorías científicas en torno a sus metodologías experimentales, sino también características mismas de los organismos, de la comunidad de investigación y del amplio ambiente científico y extra-científico situados en una dimensión temporal. El análisis de las prácticas científicas es enriquecido por una descripción de los procesos de producción de conocimiento, lo que requiere la incorporación de recursos adicionales más allá del análisis de *papers*. Para conducir esta investigación es necesario explorar los manuales de protocolo experimental, información de compañías que venden organismos modelo e informes de cuerpos regulatorios de animales de laboratorio, como también requiere establecer vínculos con científicos que trabajen con ratas, a través de la conducción de entrevistas y visitas a sus lugares de trabajo. Finalmente, este estudio quedará incompleto sin una visión diacrónica que reconozca una trayectoria histórica de las prácticas, que permita reconocer en las prácticas contemporáneas el sedimento de controversias y eventos ocurridos en el pasado.

## Cómo construir una rata en 10 simples pasos (y 600.000 años)

— ¿Qué vamos a hacer esta noche, Cerebro?  
— Lo mismo que hacemos todas las noches, Pinky,  
¡tratar de conquistar el mundo!  
—Pinky y Cerebro

Las ratas de laboratorio contemporáneas son, espero convencerlxs, dispositivos contruidos. Sin embargo, distan mucho de ser lienzos en blanco en el que se plasman las voluntades de lxs científicxs. Las ratas son y serán animales. Esta será, defenderé junto a Sabina Leonelli y Rachel Ankeny (2019), una de las claves del éxito epistémico de los organismos modelo: su estatus híbrido. Frías entidades de laboratorio, sometidas a los máximos rigores de pureza de cepa, invariabilidad genética y estandarización, y a la vez animales variables, imprevisibles, altamente complejos.

Para trazar una sintética historia de la rata comenzaremos en un origen espurio y remoto: en el Pleistoceno medio, en las regiones llanas de Asia oriental. El final de la historia, les alerto, será igual de extraño: una rata de laboratorio transgénica criogenizada enviada desde un centro de crianzas europeo hacia un laboratorio subfinanciado de un país en la periferia del mundo.

De acuerdo a estudios paleogenéticos, la *Rattus norvegicus* se diferencia como especie hace aproximadamente 643 mil años (Teng et al., 2017). A pesar de que su nombre la conecte con Noruega, la *norvegicus* parece haber surgido en las planicies del noreste de las actuales China y Mongolia (Ness et al., 2012).<sup>1</sup> Estos estudios nos indican que mucho tiempo antes de que la especie comience a habitar los laboratorios a inicios del siglo XX, ya extendía su territorio a lo largo y a lo ancho del mundo. Esto se debe a la particular relación que entabló con nosotrxs, *Homo sapiens*, descrita como “comensalismo” (Varudkar y Ramakrishnan, 2015), cuya etimología nos muestra a las especies comiendo en la misma mesa, o como “sinantropismo” (Gravinatti et al., 2020), del griego “junto al hombre”. En los restos de comida humana, acopiados en

---

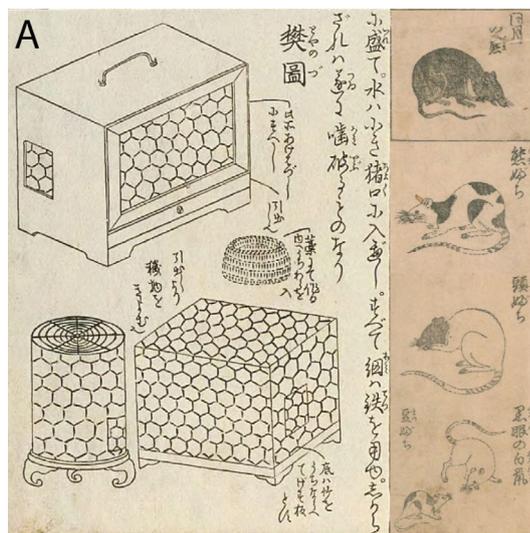
1. El error contenido en su nombre es atribuido al naturalista inglés John Berkenhout (1769), a quien le debemos la primera descripción linneana de esta especie, que antes era confundida con la familia *Mus* (ratones). La *Rattus norvegicus* no llegó a Europa hasta el siglo XVIII (Pennant y Stejneger, 1768; Ruddy, 1772), aunque su pariente *Rattus rattus* —acusada de propagar la peste negra— ya habitaba esos territorios desde la antigüedad. La *norvegicus* pudo haber llegado al continente americano por las costas de Estados Unidos a bordo de barcos ingleses, alrededor de 1775 (Barnett, 2002; Puckett et al., 2020).

abundancia en los basurales de los asentamientos urbanos, y en los cultivos de plantas para consumo humano, en las afueras de las ciudades, las ratas encontraron una dieta ideal. Además, dado que prefieren habitar espacios con reservorios de agua en los que construyen sistemas de túneles, las redes cloacales de las grandes ciudades se transformaron sin dificultad en su hábitat predilecto (Barnett, 2002). Por eso se habla de sinantropía: una relación de simbiosis mediada por el humano (Johnston, 2001).

No toda sinantropía, sin embargo, es una domesticación. De acuerdo a Melinda Zeder (2012) existen tres caminos de domesticación: como comensal, presa y dirigida. La vía comensal es iniciada por el agente no-humano y ocurre cuando son atraídos a los ambientes humanos y atraviesan un periodo prolongado de habituación. Es lo que pasó con animales domésticos como los gatos.<sup>2</sup> Otro camino es el de la domesticación de la presa. Esta vía es iniciada por humanos para alentar la proliferación y cambiar

la demografía de algunas especies para consumirlas, como sucede con las vacas. Por último, se puede diferenciar la domesticación dirigida. Esta ocurre cuando se seleccionan individuos específicos para la crianza. Tiene un propósito deliberado, como producir cepas que ayuden con la caza, que tengan pieles abrigadas o que sirvan para transportarnos.

Estudios recientes muestran que las *Rattus norvegicus*, además de ser comensales, fueron domesticadas por vía dirigida (Hulme-Beaman et al., 2021). La evidencia más antigua se registra en Japón durante el periodo Edo, en el que se criaban como mascotas y se modificaban con fines ornamentales. Se han encontrado dos guías de crianza de esa época que describen cómo obtener ratas con bellos patrones de pelaje (Fig. 2).

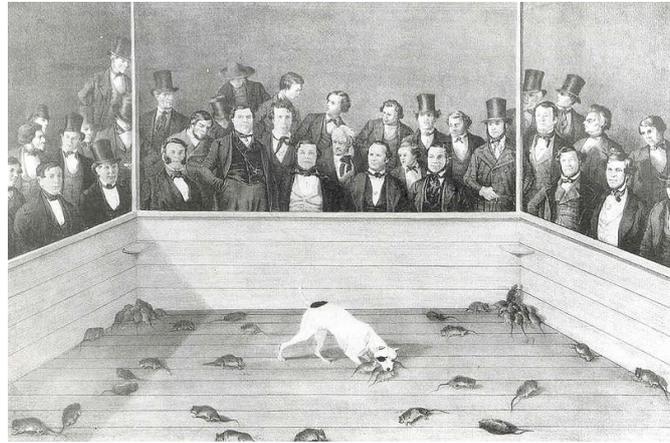


**Figura 2.** Ilustraciones de diversas guías de crianza. A la izquierda, jaulas para ratas de Yoso-tama-no-kakehashi (1775). A la derecha, cuatro imágenes de diferentes patrones de pelaje de ratas de Chingan-so-date-gusa (1787). Extraído de Hulme-Beaman et al., 2021.

2. Los gatos (*Felis silvestris catus*) se vieron atraídos a los asentamientos humanos particularmente por la presencia de pequeños mamíferos como las *Rattus norvegicus*, sus presas por excelencia, y fueron conservados por los *Homo sapiens* para mantener a raya las poblaciones de roedores, que podrían convertirse en plagas que amenazaban sus fuentes de alimento.

Sin embargo, este período está signado por un aislamiento político de Japón, por lo que no se cree que estas cepas de ratas domesticadas [*fancy rats*] tuvieran mucha influencia en las genéticas actuales.

Un segundo episodio de crianza selectiva ocurrió en Europa en el siglo XIX, cuando en Francia e Inglaterra comenzaron a hacerse peleas de ratas [*rat-baiting*] con fines deportivos. Estos eventos consistían en un ring en el que se colocaba a un perro y un gran número de ratas (Fig. 3). Los espectadores podían hacer sus apuestas sobre el resultado: cuánto tiempo tardaría el can en aniquilar a todos los roedores. En 1823, Jacko, un bull terrier de 12 kg, mató 60 ratas



**Figura 3.** “Terrier Dog Major ratting”, artista desconocido. Extraído de «Rat-Baiting», 2023.

en 2 minutos 42 segundos, con un sorprendente promedio de 2,7 segundos por rata. Ostenta hasta el día de hoy el récord mundial. En Inglaterra el deporte fue perdiendo popularidad, asociándose incrementalmente con las clases bajas y moviéndose a las afueras de las ciudades. Hacia finales del reinado de Victoria terminó prohibiéndose.

Para el *rat-baiting* se criaban ratas selectivamente con el objetivo de aumentar la dificultad del deporte. Se seleccionaban, entonces, las ratas más rápidas y ágiles. Pero también existía un criterio estético, funcional al espectáculo. En este contexto aparece el primer registro de la cría selectiva de *Rattus norvegicus* albinas.

De acuerdo a Richter (1954), los primeros ejemplares usados en el laboratorio provienen de esas colonias inglesas de pelea de ratas. Sin embargo, no puede afirmarse con seguridad de dónde salieron los primeros ejemplares que Donaldson y Meyer, responsables de criar la primera rata para su uso en el laboratorio, emplearon en el Instituto Wistar. Diversas fuentes proveen testimonios contradictorios, y Donaldson y Meyer mismos mencionan que no están seguros del origen exacto de las primeras ratas que utilizaron.<sup>3</sup> Lxs responsables de la primera crianza de las

3. El fisiólogo Colin C. Stewart sugiere la posibilidad de haber sido él quien las recomendó a Meyer. Pero según Logan (1999): “Tan poco decidido estaba, que sugirió jocosamente a Meyer que tiren una moneda, ‘el ganador será conocido como Padre de la rata blanca’” (p. 18). Asimismo, Donaldson admite que no logra recordar la fecha en que Meyer se las recomienda ni el origen exacto de las primeras ratas que utilizaron (Logan, 1999, p. 19).

ratas para su uso en el laboratorio fueron reservados con respecto a su origen. Este secretismo es curioso, dado el grado de control que se pretendió establecer sobre este organismo y comparándolo con otros animales que tiempo después se criaron para la experimentación, cuyo origen está bien documentado.

Para continuar trazando la historia de su evolución, debemos enfocarnos ahora en los cambios suscitados al ser llevada al laboratorio. Para hacerlo, distinguiré entre dos tipos de modificaciones. Por un lado, continuaré usando el término “domesticación” para referirme al resultado de la crianza dirigida, en la que lxs investigadores pretenden suscitar, favorecer o extinguir un rasgo específico en el organismo. Por otro, utilizaré el concepto de “laboratorización” (Robinson y Kerkut, 1965/2014, p. 418) para hacer alusión a modificaciones que estuvieron relacionadas con la adaptación del animal a su nuevo ambiente, el laboratorio, esto es, a modificaciones que no fueron buscadas intencionalmente por lxs científicxs.

Para que las *norvegicus* puedan ser exitosas en el laboratorio, algunos de sus rasgos debieron extinguirse. La reacción ataque-fuga frente a grandes animales como el humano, por ejemplo, es fuertemente favorecida por fuera del laboratorio, puesto que los organismos que no exhiban ese comportamiento serán más fácilmente capturados por depredadores. En el laboratorio, la presión selectiva opera en la dirección inversa. Algunos otros ejemplos de adaptación al nuevo hábitat pueden ser la amistosidad intraespecífica, el gran número de descendencia por camada, la fertilidad anual y la tolerancia a sonidos fuertes. Todos estos rasgos presentan, evidentemente, una gran ventaja para su desempeño como animales de investigación y se constituyen como adaptaciones al nuevo ambiente del laboratorio, aunque no fueron objetivos del programa de crianza.

Un caso muy curioso es señalado por el psicólogo experimental Robert Lockard (1968). En un tono un tanto especulativo, hipotetiza que las ratas laboratorizadas pueden presentar patas más grandes que las salvajes debido a las cajas que se utilizan como hábitat, altamente estandarizadas. En el diseño más ampliamente difundido, el piso de cada caja estaba compuesto de una malla de metal, una red con una separación de media pulgada entre las varillas. Este diseño permite que los excrementos de los animales atraviesen el piso y sean recolectados por fuera de la jaula, haciendo más sencilla la limpieza. Pero este detalle insignificante podría haber provocado la selección de un rasgo imprevisto. Algunas ratas, por tener los pies más pequeños que sus congéneres, pueden atravesar el piso, quedando atrapadas por la red. Esto provoca que, a menos que sean detectadas a tiempo por unx investigadorx, la rata atrapada muera. Así, el rasgo de los pies pequeños es desfavorecido por el diseño de los hábitats

de laboratorio, prevaleciendo aquellas ratas con los pies lo suficientemente grandes para caminar sobre el piso. Este caso muestra una selección no intencional en las ratas, que sin embargo, está íntimamente ligada con los procesos de estandarización y de adaptación al nuevo ambiente: los laboratorios.

Lo que podemos afirmar con seguridad es que la *Rattus norvegicus* era una especie domesticada mucho tiempo antes de entrar al laboratorio. Su evolución está relacionada desde hace milenios con las comunidades humanas. Primero, a partir de una relación sinantrópica de comensalismo y, después, mediante la intervención directa, esto es, mediante la crianza selectiva de un animal ya domesticado. Además, es posible distinguir entre procesos dirigidos de domesticación y procesos de adaptación al nuevo ambiente de laboratorio. Contra la idea de un origen natural de la rata, incontaminado de influencias humanas, lo único original que encontramos es impureza, mediación y mezcla.

## Fabricar organismos, fabricar tornillos

¿Cómo se obtiene abstracción, formalismo, exactitud, pureza? Pues como el queso a partir de la leche: por filtrado, inoculación, moldeado y añejamiento; o como el petróleo: por refinamiento, craqueo y destilación. Hacen falta lecherías y refinerías. Ya lo he dicho, es un arte y un oficio, que cuesta caro y que a veces huele mal.

— Bruno Latour, *Irreducciones*

Aún queda por preguntarnos por los rasgos que lxs científicxs introdujeron en las ratas de laboratorio. Más laborioso aún, adeudamos una explicación de cuáles fueron las razones que motivaron a que el Instituto Wistar desarrolle un “animal estándar” para la experimentación en el laboratorio. ¿Por qué cambió la metodología experimental tan abruptamente? Intentaré mostrar que durante el siglo XX se dio un importante proceso de estandarización mediante el cual se modificaron intencionalmente muchos de los rasgos de esta especie. Estas modificaciones tuvieron como objetivo explícito la disminución de la variabilidad de las cepas, la producción de valores normales y la compatibilización con las técnicas y el instrumental disponible. Estos nuevos objetivos comienzan a ser usuales en las ciencias de la vida, lo que señala un acercamiento del *ethos* de la biología al de la ingeniería (e incluso al de la industria),

desde comienzos del siglo XX.<sup>4</sup> Esta historia de la rata de laboratorio es, parcialmente, la historia del surgimiento de los organismos modelo como metodología experimental. Mi intención es situar el desarrollo de la primera rata estandarizada para su uso en el laboratorio en un contexto científico más amplio en el que ocurrieron diversas crisis relativas a la variación de los fenómenos, de los métodos y de los instrumentos. Esta investigación se centró en dos: la crisis de instrumentación en la fisiología y la crisis de replicabilidad de la bacteriología, ocurridas entre los años 1860 y 1890. Ambos episodios señalan que el éxito científico de las nuevas metodologías —en particular, de nuevos instrumentos, materiales y protocolos de laboratorio— llevó a su distribución acelerada y masiva. Diversos trabajos señalan que estas situaciones dieron lugar a crisis relativas a la variación que fueron resueltas mediante el establecimiento de estándares (de Chadarevian, 1992; Gossel, 1992). Se pueden señalar diversos sentidos de la estandarización: en el diseño y fabricación de instrumentos, en su calibración, en los protocolos de experimentación, en las habilidades y la formación científica, y en los materiales de laboratorio mismos. Esta manera de resolver el problema inspiró directamente al trabajo del Instituto Wistar, que apenas 10 años después, se propuso desarrollar una rata estandarizada para el trabajo en el laboratorio.

En 1905, el Instituto Wistar designa a Milton Greenman como director ejecutivo y a Henry Donaldson como director científico. El objetivo de Greenman fue posicionar al Wistar como un instituto de investigación líder en el país y en el mundo. Para ello, se inspiró explícitamente en los recientes éxitos de la bacteriología química. En su reporte de 1908 expresó:

[...] tal como el químico debe purificar y estandarizar sus reactivos para hacer buenos análisis, el anatomista debe criar un animal de investigación con cualidades conocidas y pureza de cepa que le permita ofrecer una solución cualitativa y cuantitativa completa de la estructura anatómica. (Greenman, 1908, p. 8)

Greenman se inspiró también en la obra de Frederick Taylor sobre administración empresarial, convencido de que sus propuestas sobre la gestión de las fábricas podían aplicarse a un instituto de investigación científica. En *Shop Management*, libro

---

4. Ver la tesis de Pauly (1987) con respecto al trabajo de Jacques Loeb alrededor del cambio de siglo. Su análisis indica que “un nuevo interés en el control de la vida emergió a finales del siglo XIX como parte del desarrollo de la biología experimental. Un número de biólogos empezaron a pensar en sí mismos y en sus trabajos dentro del marco de la ingeniería” (Pauly, 1987, p. 4). El caso aquí inspeccionado pretende mostrar otro aspecto de esta transformación ligada a las prácticas experimentales.

que Greenman citaba a menudo, se afirma que “la adopción y mantenimiento de herramientas, accesorios e instalaciones estándares [...] es una necesidad absoluta para el éxito” (Taylor, 1903/1911, p. 116). Su enfoque de gestión empresarial (“administración científica”, la llamaba) afirma que cada movimiento de cada parte de una máquina o de un obrero en una fábrica puede y debe optimizarse mediante la estandarización para aumentar su eficiencia.

La humilde meta de Greenman fue, de acuerdo a sus propios reportes, producir una revolución comparable a la introducción del tornillo estandarizado en la industrialización de los Estados Unidos (Clause, 1993, p. 341). El sistema estandarizado de tornillos fue desarrollado en Filadelfia en 1864 con el propósito de establecer materiales intercambiables que permitan la producción en masa, y que, por consiguiente, aumenten la eficiencia de la construcción de ferrocarriles a nivel nacional. Este desarrollo fue un factor clave para la rápida extensión de las líneas ferroviarias en EE. UU. y, por lo tanto, para el desarrollo de la industria a lo largo y ancho de este país (Sinclair, 1969).

Inspirado, entonces, en el reciente éxito de la bacteriología química, en la administración científica y en el sistema estandarizado de tornillos para solucionar problemas y coordinar esfuerzos a gran escala, Greenman puso como lema del Instituto para 1910 la creación y adopción de herramientas, procedimientos y materiales estándares. Ese es el momento en el que propone la crianza de un animal estandarizado, con características conocidas y poco variables. Para esta labor contrató a Helen Dean King, quien había realizado su doctorado con Thomas H. Morgan, donde aprendió las mejores técnicas de crianza animal disponibles. Se propuso, entonces, crear una cepa mejorada de rata albina, en la que se favorecieron rasgos como mayor peso, vigor y fertilidad. A su vez, la crianza endogámica redujo significativamente el *pool* genético de la cepa, creando una “cepa pura” con cierta uniformidad genética.

Esto permitió que el equipo científico del Instituto se dedicara a sistematizar datos relativos a su fisiología, neurología y anatomía. En 1915, Donaldson publicó *The rat*, la primera compilación de sus resultados, que representaba la suma del conocimiento disponible en la época sobre la *Rattus norvegicus*. Estos eran los dos productos del Wistar, la rata y *The rat* (Donaldson, 1915), que lograron su éxito integrándose a una red de retroalimentación positiva. El Instituto publicaba cuatro de las revistas más importantes de biología, en las que se publicaba el libro y las cepas de WISTARRat®, que comenzaron a venderse y distribuirse. De esta forma, el libro funcionaba como un material suplementario para trabajar con las ratas, por lo que la compra de una población de ratas solía estar acompañada de un ejemplar del libro y viceversa. En

solo algunos años, lograron vender más de 80.000 ejemplares de cada producto, lo que llevó al Instituto Wistar a ser reconocido como uno de los centros de investigación científica más importantes del mundo (Clause, 1993).

De esta manera, las ratas del Wistar fueron domesticadas para la vida en el laboratorio. Se intervino directamente sobre ellas de forma sistemática, con el objetivo de transformar a estos animales de alcantarilla en entidades biológicas constantes e invariables, integradas al entorno de laboratorio. Apenas unos años después, muchos otros organismos siguieron su camino, como los *Mus musculus* de la Cold Spring Harbor y las *Drosophilas* de Caltech, que comenzaron a venderse como animales estandarizados para su uso en el laboratorio.

A pesar de contrastar fuertemente con la metodología que, solo algunos años atrás, dominaba la escena en las ciencias de la vida, el trabajo con pocas especies presentó enormes ventajas que terminaron por establecer su hegemonía. La disponibilidad de una gran cantidad de datos sobre un organismo es un factor fuerte para la persistencia del uso de una especie particular para la investigación. Que sea posible encontrar tablas de referencia para valores “normales” de una especie, la hace increíblemente más conveniente para trabajar que sobre otra especie desconocida, en la que esos datos deberán ser obtenidos, representando más trabajo para el grupo de investigación que la elija. De la misma forma, los procedimientos de experimentación (como cirugías, empleo de ciertos instrumentos, etc.) y las condiciones de cuidado (temperatura y humedad adecuadas, dieta correcta, lugar de almacenamiento, etc.) eran publicados, y así resultaba más fácil todo aspecto del trabajo sobre *Rattus norvegicus* que sobre otro organismo menos usual.

Este tipo de ventajas resulta en una especie de bucle de retroalimentación, en el que mientras más se experimenta con una especie, más conocimientos se construirán en torno a esta, y mientras más conocimientos disponibles sobre una especie, mayor será la ventaja de trabajar experimentalmente sobre esta. Esto implica también su reverso: mientras más desarrollo exista sobre un organismo, más costoso será trabajar con uno novedoso. Este proceso resulta, contemporáneamente, en el establecimiento de un pequeño subconjunto de especies muy utilizadas: los organismos modelo.

Además de las ventajas teóricas, el trabajo en torno a unos pocos organismos también produce importantes conveniencias prácticas relativas a los materiales. No solo es posible obtener una tabla de valores normales, también comenzó a ser posible adquirir organismos uniformes, homogéneos, que encarnen esos valores. La estandarización de los organismos requirió su domesticación al entorno del laboratorio y la

producción de una cepa estable, con menores posibilidades de variación. De la misma forma, comenzó a ser posible adquirir hábitats, alimento e instrumentos diseñados específicamente para algunos organismos, usualmente a bajos costos y evitando la necesidad de que lxs científicxs mismxs ingenien modos de crianza novedosos.

## Razonar con ratas

Así como no se puede hacer mucha carpintería con las manos desnudas,  
tampoco se puede pensar mucho usando solo la mente.

—Daniel Dennett, “Making tools for thinking”

Las intenciones de Greenman y de Donaldson parecían contrastar. El administrador estaba convencido de que para obtener buenos resultados (reproducibles y fiables) debía purificarse el material de estudio, mientras que el científico se inscribía en la tradición de comparar muchas especies en sus estados salvajes, variables. Este abordaje debería ser opuesto al intento de Greenman de crear un animal de laboratorio que se preste para indagaciones generales y cuyos resultados puedan ser extrapolados a cualquier especie.

Después de algunos años de estudio, lxs científicxs comienzan a notar fuertes discrepancias entre sus datos y los publicados en el libro de Donaldson. La rata había cambiado significativamente en apenas nueve años de crianza. Por ello, en 1924 se publicó una segunda edición revisada de *The rat*. El prólogo a la nueva edición se lee como una disculpa:

[...] tal precisión y constancia es inobtenible, porque todos los animales en todo momento se encuentran en un estado de flujo. [...] Todo lo que puede decirse a modo de disculpas para el uso de los valores aquí dados es que ‘había una vez’ en que un grupo de ratas albinas viviendo bajo condiciones moderadamente favorables tenían los varios caracteres con los valores aquí registrados. (Donaldson, 1924, p. xi)

¿Esto significa que el proyecto de la creación de un animal invariante fue un fracaso? ¿Acaso la rata dejó de emplearse como “el animal estándar”? ¿Cambió la interpretación de los resultados como datos fácilmente extrapolables? Como mostré en la primera sección, las estadísticas señalan todo lo contrario. El éxito científico y comercial de la rata de laboratorio no hizo más que acrecentarse.

En esta sección, intentaré indagar por la justificación teórica de esta metodología.

Defenderé que la existencia de una teoría biológica que fundamente las prácticas experimentales con organismos modelo es posterior a su éxito y a su uso difundido. En ese sentido, este es un caso histórico en el que se muestra que, para usar palabras de Hacking, la “experimentación tiene una vida propia” (1983, p. 178).

El principio metodológico más temprano sobre la elección de organismos experimentales es el principio de Krogh, publicado por primera vez en 1929. Incluso actualmente es, sin dudas, la reflexión metodológica más importante relativa a este problema. El principio dice “Para un gran número de problemas, habrá un o algunos animales de elección sobre los cuales puede ser estudiado más convenientemente” (Krogh, 1929, p. 202). Para ilustrarlo, nos ofrece el ejemplo de su profesor Christian Bohr, quien estaba realizando una investigación sobre la respiración y pretendía realizar un experimento en el que se bloquea uno de los pulmones y se experimenta sobre el otro. El experimento representaba un alto grado de complejidad en términos materiales en la mayoría de las especies. Afortunadamente, encontró una tortuga cuya tráquea divide los bronquios muy cerca de la boca, facilitando el acceso experimental. Entre ellos, bromeaban con que ese organismo parecía creado para su investigación (Jørgensen, 2001). El principio de Krogh, entonces, afirma que se pueden encontrar animales que, por tener disposiciones anatómicas favorables, serán más convenientes para investigar un problema específico.

Una interpretación de este principio ha sido usada frecuentemente para fundamentar el uso de organismos modelo (Krebs, 1975). La rata presenta conveniencias experimentales indudables, como las mencionadas en las secciones anteriores. Sin embargo, la interpretación del mismo Krogh nos lleva a conclusiones radicalmente opuestas. En el mismo artículo, se advierte contra la simple generalización de los resultados a partir del estudio de un solo organismo conveniente:

Encontraremos, más temprano que tarde, los mecanismos esenciales de la función de los riñones mamíferos, pero el problema general de los órganos excretores solo puede ser resuelto cuando los órganos excretores sean estudiados en todos los lugares en que los encontremos y en todas sus modificaciones esenciales. (Krogh, 1929, p. 202)

Por lo general, la interpretación que se hace hoy del principio de Krogh se acerca a esta dirección, ya que suele citarse en artículos que emplean organismos poco usuales (Green et al., 2018). Por lo visto, este principio ha sido interpretado de formas radicalmente distintas a lo largo de la historia.

Las justificaciones actuales, sin embargo, difieren significativamente de la aplicación de este principio. La literatura filosófica contemporánea coincide en que el fundamento

teórico de las extrapolaciones de organismos modelo hacia sus especies target es fuertemente evolutivo y genético. En mi tesis de licenciatura (Heredia, 2023) reuní tres estrategias argumentativas distintas, principalmente basadas en los trabajos de Sober (1988), Weber (2004) y Levy y Currie (2014) sobre razonamientos evolutivos que lxs científicxs emplean a la hora de justificar su confianza en las extrapolaciones a partir de prácticas experimentales con organismos modelo.

### **Estrategia filogenética:**

1.  $M$  tiene el mecanismo  $p$ .
2. Los organismos filogenéticamente relevantes a  $M$  y a  $T$ ,  $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ ,  $O_n...$  tienen el mecanismo  $p$ .
3. Es muy improbable que  $T$ ,  $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ ,  $O_n...$  hayan obtenido el mecanismo  $p$  de forma independiente. Es más probable que lo conserven de un ancestro común. (Retrodicción, principio de parsimonia)
4. Debido a la relación filogenética entre  $M$ ,  $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ ,  $O_n...$  y  $T$ , es probable que  $T$  tenga el mecanismo  $p$ . (Proyección)

### **Estrategia genética:**

1. El mecanismo  $p$  en  $M$  es expresión de la secuencia genética  $xyz$ .
2.  $T$  conserva la secuencia genética  $xyz$ .
3. Es muy probable que  $T$  tenga el mecanismo  $p$ .

### **Estrategia modular:**

1.  $M$  no tiene el mecanismo  $p$ .
2. El mecanismo  $p$  en  $T$  es descomponible en los mecanismos  $q$ ,  $r$  y  $s$ .
3.  $M$  tiene el mecanismo  $q$ .
4. Podemos aprender algunas cosas sobre  $p$  estudiando  $q$  en  $M$ .

No voy a entrar en detalle sobre este tipo de razonamientos, pero afirmo que tanto en la literatura científica como en la filosófica son los más frecuentemente utilizados, y en las últimas décadas cuestionados, debido a las críticas recientes a algunos aspectos idealizantes del enfoque gencéntrico de la Síntesis Moderna. Mi punto aquí es que la historia del desarrollo de estas teorías nos indica que estos argumentos no estaban disponibles en 1910, cuando la rata de laboratorio comienza su conquista experimental.

Podemos marcar como inicio del proceso de integración entre la teoría evolucionista de Darwin y la teoría genética con el redescubrimiento de las leyes de Mendel en 1900 por de Vries y Correns. Otros hitos son la genética de poblaciones inaugurada por Fisher (1930), Dobzhansky (1937) y Huxley (1942), al que le debemos el bautismo de la “Síntesis Moderna”. También podemos mencionar el descubrimiento de la doble hélice en 1953, la publicación del dogma central de la biología molecular en 1958, o incluso avances técnicos como los primeros animales transgénicos en 1974, la secuenciación de los genomas de los organismos modelo a partir de 1990 e incluso el desarrollo de CRISPR-Cas9 en 2012. La historia nos revela que el pensamiento genético evolutivo que permite la diagramación de las estrategias mencionadas no podría haber sido realizado en 1911, fecha en la cual se comienza a comercializar la rata de laboratorio.

## Conclusiones

*In theory, theories exist. In practice, they do not.*

— Bruno Latour, *Irreducciones*

El análisis de las prácticas experimentales con ratas de laboratorio revela una compleja intersección entre la historia evolutiva y cultural de estos animales y su rol central en la investigación científica contemporánea. La transformación de las ratas en modelos experimentales estandarizados, impulsada por esfuerzos como los del Instituto Wistar, ha redefinido no solo las prácticas científicas, sino también las concepciones filosóficas sobre el uso y la extrapolación de modelos científicos.

La metodología experimental con organismos modelo plantea un desafío filosófico fundamental: cómo aprendemos del mundo a través de construcciones artificiales. La filosofía de la ciencia ha prestado más atención a modelos abstractos, obviando en gran medida la rica diversidad de modelos biológicos vivos. Sin embargo, enfoques recientes nos invitan a explorar las razones detrás del éxito de las ratas de laboratorio en los laboratorios contemporáneos, desafiando las concepciones tradicionales sobre los modelos científicos.

A través del estudio de las prácticas científicas y de su historia, exploramos los procesos de construcción de la rata de laboratorio, desde su surgimiento como especie hasta su desarrollo como animal para la experimentación mediante laboratorización y domesticación. Este análisis nos permitió destacar los cambios metodológicos en las ciencias de la vida en el siglo XX, ligados principalmente a preocupaciones ingenieriles

ligadas a la estandarización y al control experimental. Además, esta perspectiva nos permitió encontrar un amplio abanico de ventajas experimentales que los organismos modelo presentan en comparación con sus parientes salvajes. Finalmente, exploramos sintéticamente las diversas justificaciones teóricas, principalmente ligadas al desarrollo de la biología evolutiva, de esta metodología.

Esta investigación apunta a la necesidad de incorporar un abordaje histórico y material a la filosofía de las ciencias. Las prácticas científicas no son meras acciones que pueden analizarse en aislamiento. Para comprenderlas necesitamos entender el marco que las regula: la historia que las signa, las normas sociales que las moldea, las leyes que las limita, las interacciones entre diversos agentes de distinto tipo. Una filosofía de la ciencia que le tema a estos aspectos quedará necesariamente incompleta.

## Referencias

- Barnett, S. A. (2002). *The story of rats: Their impact on us, and our impact on them*. Allen & Unwin.
- Beery, A. K., y Zucker, I. (2011). Sex bias in neuroscience and biomedical research. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 35(3), 565–572. <https://doi.org/10/ff34pz>
- Berkenhout, J. (1769). *Outlines of the natural history of Great Britain and Ireland*. Elmsly.
- Bloor, D. (1976). *Knowledge and Social Imagery*. University of Chicago Press.
- Churchill, F. B. (1997). Life Before Model Systems: General Zoology at August Weismann's Institute. *American Zoologist*, 37(3), 260–268. <https://doi.org/10.1093/icb/37.3.260>
- Clause, B. T. (1993). The Wistar rat as a right choice: Establishing mammalian standards and the ideal of a standardized mammal. *Journal of the History of Biology*, 26(2), 329–349. <https://doi.org/10.1007/BF01061973>
- de Chadarevian, S. (1993). Graphical method and discipline: Self-recording instruments in nineteenth-century physiology. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 24(2), 267–291. [https://doi.org/10.1016/0039-3681\(93\)90048-O](https://doi.org/10.1016/0039-3681(93)90048-O)
- Dietrich, M. R., Ankeny, R. A., y Chen, P. M. (2014). Publication Trends in Model Organism Research. *Genetics*, 198(3), 787–794. <https://doi.org/10.1534/genetics.114.169714>
- Donaldson, H. H. (1915). *The rat: Reference tables and data for the albino rat (Mus norvegicus albinus) and the Norway rat (Mus norvegicus)* (1ra ed.). Wistar Institute of Anatomy and Biology.

- Donaldson, H. H. (1924). *The rat: Data and reference tables for the albino rat (Mus norvegicus albinus) and the Norway rat (Mus norvegicus)* (2da ed.). Wistar Institute of Anatomy and Biology.
- Fine, A. (1993). Fictionalism. *Midwest Studies in Philosophy*, 18(1), 1–18. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4975.1993.tb00254.x>
- Godfrey-Smith, P. (2007). The strategy of model-based science. *Biology & Philosophy*, 21(5), 725–740. <https://doi.org/10/b4pf9s>
- Goodman, N. (2010). *Los Lenguajes del Arte: Aproximación a la teoría de los símbolos*. Paidós. (Obra original publicada en 1968)
- Gossel, P. P. (1992). A Need for Standard Methods: The Case of American Bacteriology. En A. E. Clarke y J. H. Fujimura (Eds.), *The Right Tools for the Job* (pp. 287–311). Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9781400863136.287>
- Gravinatti, M. L., Barbosa, C. M., Soares, R. M., y Gregori, F. (2020). Synanthropic rodents as virus reservoirs and transmitters. *Revista Da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 53, e20190486. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0486-2019>
- Green, S., Dietrich, M. R., Leonelli, S., & Ankeny, R. A. (2018). ‘Extreme’ organisms and the problem of generalization: Interpreting the Krogh principle. *History and Philosophy of the Life Sciences*, 40(4), 65. <https://doi.org/10/ghpcgx>
- Greenman, M. J. (1908). *Director’s Report of 1908*. Wistar Institute Library.
- Griesemer, J. R. (1990). Material Models in Biology. *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, 1990(2), 79–93. <https://doi.org/10.1086/psaprocbienmeetp.1990.2.193060>
- Hacking, I. (1983). *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*. Cambridge University Press.
- Haraway, D. J. (2021). *Testigo\_Modesto@Segundo\_Milenio.HombreHembra©\_Conoce\_OncoRata®*. Rara Avis.
- Heredia, I. (2023). *Rattus norvegicus albinus: Estandarización y elección de la rata de laboratorio como organismo modelo* [Trabajo Final de Licenciatura]. Universidad Nacional de Córdoba.
- Hulme-Beaman, A., Orton, D., y Cucchi, T. (2021). The origins of the domesticate brown rat (*Rattus norvegicus*) and its pathways to domestication. *Animal Frontiers: The Review Magazine of Animal Agriculture*, 11(3), 78–86. <https://doi.org/10.1093/af/vfabo20>
- Johnston, R. F. (2001). Synanthropic birds of North America. En J. M. Marzluff, R. Bowman, y R. Donnelly (Eds.), *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World* (pp. 49–

67). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1531-9\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1531-9_3)

- Jørgensen, C. B. (2001). August Krogh and Claude Bernard on Basic Principles in Experimental Physiology. *BioScience*, 51(1), 59. <https://doi.org/10/fbxbv4>
- Krebs, H. A. (1975). The August Krogh principle: “For many problems there is an animal on which it can be most conveniently studied”. *Journal of Experimental Zoology*, 194(1), 221–226. <https://doi.org/10/bw8ccp>
- Krogh, A. (1929). The Progress of Physiology. *American Journal of Physiology-Legacy Content*, 90(2), 243–251. <https://doi.org/10/gngrmj>
- Latour, B., y Woolgar, S. (1979). *Laboratory life: The social construction of scientific facts*. Sage Publications.
- Levy, A., y Currie, A. (2015). Model Organisms are Not (Theoretical) Models. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 66(2), 327–348. <https://doi.org/10/gmv82s>
- Lockard, R. B. (1968). The Albino Rat: A Defensible Choice or a Bad Habit? *The American Psychologist*, 23(10), 734–742. <https://doi.org/10.1037/h0026726>
- Logan, C. A. (1999). The Altered Rationale for the Choice of a Standard Animal in Experimental Psychology. *History of Psychology*, 2(1), 23.
- Logan, C. A. (2002). Before There Were Standards: The Role of Test Animals in the Production of Empirical Generality in Physiology. *Journal of the History of Biology*, 35(2), 329–363. <https://doi.org/10.1023/a:1016036223348>
- Ness, R. W., Zhang, Y.-H., Cong, L., Wang, Y., Zhang, J.-X., y Keightley, P. D. (2012). Nuclear Gene Variation in Wild Brown Rats. *G3: Genes/Genomes/Genetics*, 2(12), 1661–1664. <https://doi.org/10.1534/g3.112.004713>
- Pauly, P. J. (1987). *Controlling life: Jacques Loeb and the engineering ideal in biology*. Oxford University Press.
- Pennant, T., y Stejneger, L. (1768). *British zoology* (pp. 1-282). Printed for Benjamin White. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.62499>
- Pickering, A. (Ed.). (1992). *Science as practice and culture*. University of Chicago Press.
- Puckett, E. E., Orton, D., & Munshi-South, J. (2020). Commensal Rats and Humans: Integrating Rodent Phylogeography and Zooarchaeology to Highlight Connections between Human Societies. *BioEssays: News and Reviews in Molecular, Cellular and Developmental Biology*, 42(5), e1900160. <https://doi.org/10.1002/bies.201900160>
- Rat-baiting. (2024). En *Wikipedia*. <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Rat-baiting&oldid=1227369359>

- Richter, C. P. (1954). The Effects of Domestication and Selection on the Behavior of the Norway Rat. *JNCI: Journal of the National Cancer Institute*, 15(3), 725-738. <https://doi.org/10.1093/jnci/15.3.725>
- Robinson, R., y Kerkut, G. A. (2014). *Genetics of the Norway Rat: International Series of Monographs in Pure and Applied Biology*. Elsevier Science. <https://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=1817596> (Obra original publicada en 1965)
- Ruttý, J. (1772). *An essay towards a natural history of the county of Dublin, accommodated to the noble designs of the Dublin society*. Printed by W. Sleater for the author. <https://catalog.hathitrust.org/Record/008596546>
- Sinclair, B. (1969). At the Turn of a Screw: William Sellers, the Franklin Institute, and a Standard American Thread. *Technology and Culture*, 10(1), 20. <https://doi.org/10.2307/3102001>
- Sober, E. (1988). *Reconstructing the past: Parsimony, evolution, and inference*. MIT Press.
- Suárez, M. (Ed.). (2009). *Fictions in science: Philosophical essays on modeling and idealization*. Routledge.
- Taylor, F. W. (1911). *Shop management*. Harper & Brothers. <http://archive.org/details/shopmanagement01tayl> (Obra original publicada en 1903)
- Teng, H., Zhang, Y., Shi, C., Mao, F., Cai, W., Lu, L., Zhao, F., Sun, Z., y Zhang, J. (2017). Population Genomics Reveals Speciation and Introgression between Brown Norway Rats and Their Sibling Species. *Molecular Biology and Evolution*, 34(9), 2214-2228. <https://doi.org/10.1093/molbev/msx157>
- Varudkar, A., y Ramakrishnan, U. (2015). Commensalism facilitates gene flow in mountains: A comparison between two *Rattus* species. *Heredity*, 115(3), Article 3. <https://doi.org/10.1038/hdy.2015.34>
- Weber, M. (2004). *Philosophy of Experimental Biology*. Cambridge University Press.
- Zeder, M. A. (2012). The Domestication of Animals. *Journal of Anthropological Research*, 68(2), 161-190. <https://doi.org/10.3998/jar.0521004.0068.201>