

Capítulo 8

Entrenamiento de animales para el área de la salud, entre la luz y la sombra

Eduardo Reynoso Cruz¹ y Laura Teresa Hernández Salazar

INSTITUTO DE NEUROETOLOGÍA
UNIVERSIDAD VERACRUZANA

Resumen

Los animales de trabajo consisten en un grupo de organismos que realizan diversas actividades que nos benefician a los humanos. Dentro de este grupo contamos con dos conjuntos que son de vital importancia para la salud pública, los animales de servicio mental y los animales de biodetección. En ambos casos es necesario entrenar a los animales para realizar conductas particulares, para lo cual se emplean diferentes técnicas extraídas de la psicología. Sin embargo, es común que las compañías y algunos entrenadores mantengan como secreto industrial los protocolos y las técnicas de entrenamiento que usan para moldear el compor-

1 Correspondencia: Dirigirla a Eduardo Reynoso (reynosocruz.edu@gmail.com) o Laura Hernández (terehernandez@uv.mx)

tamiento de los animales. Esta falta de claridad en el trabajo realizado contrasta con la poca eficacia que se ha reportado en algunos de estos animales y el costo que pueden tener algunos de estos animales. En el siguiente capítulo discutimos la luz y las sombras del entrenamiento de animales en el campo de la salud, resaltando los éxitos, fracasos y en qué radican estos, poniendo especial énfasis en importancia de trabajo en equipos multidisciplinarios.

Palabras clave: entrenamiento animal, animales de trabajo, animales de servicio, animales de biodetección, animales de servicio mental.

Abstract

Working animals consist of a group of organisms that perform various activities that benefit humans. Within this group we have two sets of animals that are important for public health, mental service animals and biodetection animals. In both cases it is necessary to train the animals to perform specific behaviors, for which different techniques drawn from psychology are used. However, it is common for companies and some trainers to keep the protocols and training techniques they use to shape animal behavior as an industrial secret. This lack of clarity in the work done contrasts with the low effectiveness that has been reported and the cost of some of these animals. In the following chapter we discuss light and dark sides of animal training in the health field, highlighting the successes, failures and where they lie, with special emphasis on the importance of working in multidisciplinary teams.

Keywords: animal training, working animals, service animals, biodetection animals, mental service animals.

Introducción

El adiestramiento fue popularizado en el mundo entero por diferentes programas televisivos de la cadena Animal Planet, donde César Millán y Jacson Galaxy se encargaron de mostrar cada semana a familias que enfrentaban diversos problemas con sus mascotas. Aunque con el tiempo diversos profesionales en el mundo del entrenamiento, la medicina veterinaria y la psicología han mostrado los métodos ineficientes de estos dos personajes, no se puede dudar que en

la memoria del público no especialista, ellos dos son los mejores entrenadores o modificadores conductuales de perros y gatos respectivamente.

Cabe destacar que el entrenamiento de animales no es algo que inventaran César o Jacson, esta actividad se viene realizando desde hace cientos de años a través de diferentes tradiciones y actividades en diferentes pueblos originarios. En el sureste asiático los *mahut* se dedican al entrenamiento de elefantes, los *cebreros* en medio oriente entrenan aves de presa para la cacería y, más reciente, tenemos a diferentes razas de perros de caza, los cuales eran seleccionados para cumplir funciones zootécnicas particulares (Hammer, 1943). En la actualidad, el entrenamiento es empleado para múltiples actividades, tanto con animales de compañía, como en colecciones zoológicas donde se busca mejorar el bienestar de los animales, al reducir las contenciones físicas y químicas que son necesarias para las revisiones médicas (Fernandez & Martin, 2021).

Las técnicas de entrenamiento surgen de la mezcla de diferentes disciplinas como la etología, la medicina veterinaria y diferentes campos de la psicología. En particular, hay un énfasis muy fuerte en el uso de técnicas basadas en condicionamiento operante, donde los protocolos emplean principalmente el reforzamiento positivo como la herramienta más efectiva para moldear la conducta (Fernández & Martin, 2021; Young, 2002). Estas perspectivas actuales van en concordancia con las directrices de diferentes organizaciones que velan por el bienestar y el trato ético de los ejemplares (AZA, 2020).

A partir de estos procedimientos se puede lograr que diferentes tipos de animales puedan ser revisados cotidianamente para detectar algún problema médico o bien tratar alguna condición, todo esto con un estrés reducido o sin estrés. A su vez, el uso de las técnicas de entrenamiento puede generar beneficios para la humanidad, ya que algunas habilidades naturales de los animales pueden ser moldeadas para salvar miles de vidas humanas y proporcionar una esperanza de un mejor futuro. En el siguiente capítulo describiremos diferentes investigaciones centradas en animales entrenados para realizar trabajos y asistir a personas con alguna condición médica o bien para detectar de forma oportuna y eficaz diferentes condiciones médicas, las cuales tienen mejores pronósticos al ser diagnosticadas tempranamente. En este capítulo también analizaremos el uso que se le da a algunos animales de detección y la evidencia disponibles en la literatura.

Animales de trabajo y de servicio

A lo largo de la historia humana hemos domesticado diferentes especies animales para nuestro beneficio, desde mamíferos y aves que empleamos como fuente de alimento, hasta otras especies que han sido domesticadas para realizar trabajos, como el transporte o la agricultura (Ahmad *et al.*, 2020; Vigne, 2011). Dentro de estas especies, los perros destacan por la versatilidad de actividades que pueden realizar y por la selección zootécnica a la que han sido sometidos, dando como resultado la gran variedad de razas de la actualidad. Algunas razas han sido seleccionadas por sus características fenotípicas particulares (líneas de belleza), mientras que otras fueron seleccionadas para realizar trabajos específicos (líneas de trabajo; Kotrschal, 2018; Lord *et al.*, 2016).

Además de la selección zootécnica, los perros son sometidos a procesos de entrenamiento para dotarlos de conductas con las que podrán realizar diferentes trabajos, como la protección, el pastoreo, la guía y movilidad de personas ciegas, entre otras. Un grupo particular de perros son los de asistencia y servicio, los cuales son individuos que realizan conductas que mejoran la vida de sus propietarios. En los últimos años, la demanda de los perros de servicio ha experimentado un incremento exponencial, convirtiéndose en una industria de millones de dólares, dado que un perro de servicio puede llegar a costar hasta 40,000 USD (Hawryluk, 2022). Sin embargo, esta industria es poco regulada, lo que ha dado paso a las estafas y a la aparición de personas poco calificadas que abusan del poco conocimiento de las personas y de esta falta de regulación. En particular, estos problemas en la industria del entrenamiento se ejemplifican en dos tipos de perros de servicio: Los perros de servicio mental y los perros de biodetección.

Perros de servicio mental

Dado que la vida moderna está llena de diferentes retos y cambios para los que los humanos no estamos completamente adaptados, los diagnósticos de depresión y ansiedad han aumentado en los últimos años (Lord *et al.*, 2016). Para dichas condiciones y por el miedo infundado al tratamiento farmacológico, las personas recurren a otro tipo de alternativas que pudiera ayudar con los síntomas asociados a estas condiciones. Dentro de estas alternativas, la in-

dustria de los perros de servicio mental, también llamados perros de servicio psiquiátrico, han centrado su trabajo en entrenar perros capaces de detectar pistas conductuales asociadas a los ataques de pánico y ansiedad (Lloyd *et al.*, 2019). Se busca que al detectar estas señales los perros desplieguen conductas que reduzcan la duración e intensidad de los episodios de ansiedad. Los resultados en estudios con encuestas indican que los dueños con perros de servicio mental reportan una reducción de la sintomatología y la gravedad de los episodios ansiosos (Lloyd *et al.*, 2019).

El efecto de los perros de servicio mental parece no limitarse a tener un perro en casa todo el tiempo. Un estudio realizado con pacientes en servicio hospitalario indicó que la inclusión de un perro de servicio en una caminata de 15-20 minutos redujo la ansiedad de los pacientes medida a través de escalas psicométricas y de mediciones fisiológicas, esto comparado con pacientes que realizaron la misma caminata, pero acompañados de personal hospitalario (Wołyńczyk-Gmaj *et al.*, 2021). En ambientes escolares donde la carga académica puede ser un detonante para la ansiedad, la inclusión semanal de un programa de perros de servicio mental redujo el estrés experimentado en el campus universitario (Binfet *et al.*, 2018; Dell *et al.*, 2015), incluso en uno de estos estudios los participantes reportaron que el haber asistido con los perros les permitió generar estrategias para lidiar con el estrés producido por el entorno académico (Dell *et al.*, 2015).

Aunque los resultados de estos estudios nos podrían llevar a concluir que los perros de servicio mental son una herramienta eficiente que se puede emplear en pacientes con ansiedad o en situaciones que la provocan, los resultados aún no son concluyentes. Es importante señalar algunas características de estos estudios podrían limitar la generalidad de sus conclusiones y el efecto real de las intervenciones con perros de servicio mental. Dos de estos estudios emplearon datos extraídos del autorreporte de los participantes (Dell *et al.*, 2015; Lloyd *et al.*, 2019). Esta técnica tiene la desventaja de ser sensible a la reactividad positiva o negativa de los participantes, de tal forma que es imposible saber si lo reportado en los estudios refleja realmente lo experimentado durante las intervenciones o si bien es un efecto de esta responsividad.

El segundo punto para discutir tiene que ver con la falta de grupos control en los estudios, lo que permitiría determinar si realmente son necesarios los perros de servicio. Si bien el estudio Wołyńczyk-Gmaj y cols. (2019) mostró efectos a nivel psicométrico y fisiológico al comparar el personal hos-

pitalario y los perros de servicio, no se determinó si era necesario que los perros fueran de servicio mental, ya que es probable el simple acto de realizar una caminata con un perro pueda ser suficiente para experimentar los efectos ansiolíticos. Dada la falta de este grupo en el estudio, es aventurado asegurar que realmente son necesarios los perros entrenados y no cualquier mascota o animal de compañía.

Aunado a los puntos antes mencionados, no hay claridad en el protocolo de entrenamiento que se emplea con los perros de servicio mental, ni las habilidades con las que cuentan estos perros y que justifiquen los precios con lo que se ofertan en el mercado. Si bien el protocolo de entrenamiento podría ser específico de cada entrenador o compañía, los estudios sobre la efectividad de estos y la precisión que los animales tienen para detectar ataques de ansiedad debería ser públicos y estar validados por profesionales en el área de salud mental. La colaboración de estas dos áreas garantizaría que los animales realmente son capaces de detectar episodios de ansiedad y pueden intervenir eficientemente. La evidencia disponible no permite concluir que los perros de asistencia son realmente efectivos en reducir la ansiedad, como lo anuncian diversos entrenadores y compañías, y nos lleva a pensar que simplemente son un producto de la mercadotecnia.

Perros de biodetección clínica

En este rubro tenemos a animales de trabajo que empleamos por sus capacidades sensoriales innatas. Dentro de este grupo destacan los perros, que poseen un olfato sensible que les permite detectar compuestos volátiles provenientes de drogas ilegales, mercancía de contrabando, tráfico de fauna y condiciones médicas, por mencionar algunas. En el caso particular de los perros entrenados para la detección de condiciones médicas particulares hay dos casos que ejemplifican la luz y la sombra: los perros de detección de epilepsia y los de detección de hipoglucemia (Gubernot *et al.*, 2008; Guimerá, 2019). En el caso de los perros que detectan ataques epilépticos, los trabajos se remontan a finales de la década de los noventa, cuando se realizaron los primeros esfuerzos para entrenar animales mediante condicionamiento pavloviano y operante para detectar la llegada de una crisis epiléptica. En el primer estudio realizado, los autores reportaron que todos los perros entrenados fueron capaces de indicar

con al menos 5 min de anticipación la llegada de una crisis epiléptica, pero incluso algunos individuos fueron capaces de detectarla con 45 min de anticipación (Strong *et al.*, 1999).

Estudios en ese mismo grupo de investigación señalaban que se desconocían cuáles eran los estímulos que le permitían a los animales predecir la llegada de una crisis epiléptica y proponían que los perros eran capaces de detectar *cambios sutiles en el comportamiento de los pacientes* lo que les permitía anticipar los ataques (Brown & Strong, 2001). Sin embargo, los estudios más recientes demuestran que ocurren cambios en la concentración de compuestos volátiles orgánicos (VOC, por sus siglas en inglés), que son sintetizados en el cuerpo de los pacientes con epilepsia (Catala *et al.*, 2019; Maa *et al.*, 2021a). De estos compuestos, los estudios han identificado a la mentona como el compuesto volátil más importante y el biomarcador que los perros podrían detectar para indicar la llegada de una crisis epiléptica (Maa *et al.*, 2021b).

La mentona es un compuesto orgánico que se sintetiza principalmente en plantas y que pertenece al grupo de los terpenos, siendo parte de los aceites esenciales de menta o pimienta (Schmitz *et al.*, 2015). La mentona también es empleada por algunos insectos como un compuesto intermedio en la síntesis de las señales de alarma (Kawuhara *et al.*, 1987; Verheggen *et al.*, 2010). Dada la relación que hay entre la mentona y las señales de alarma se ha propuesto que humanos con epilepsia experimentan una respuesta emocional anticipatoria de miedo, incluso en algunos tipos de epilepsia el miedo es el principal componente (Biraben *et al.*, 2001). Se ha planteado que las crisis epilépticas generan una activación de la amígdala que permite que el miedo se produzca (Chakravarty *et al.*, 2021; Kullmann, 2011); esta activación dispararía la producción de mentona, ya sea como un compuesto intermedio a la síntesis de otros, como un compuesto con funciones propias o bien como un producto secundario de la síntesis de otros compuestos (Maa *et al.*, 2021a).

Otro ejemplo de perros de biodetección, son los que se emplean en la detección de los niveles de azúcar en sangre, particularmente para detectar la hipoglucemia en pacientes con diabetes. Desafortunadamente, los estudios indican que la precisión de estos perros es muy baja, ya que cometen una gran cantidad de falsas alarmas en las pruebas controladas (Gonder-Frederick *et al.*, 2017) y en pruebas que simulan escenarios reales (Los *et al.*, 2017). Si nos preguntamos en qué radica la diferencia que hay en la precisión para detectar crisis epilépticas y detectar de los niveles de azúcar, tendremos que hablar de

dos aspectos importantes para el entrenamiento de estos perros, el compuesto que se debe detectar y las características sensoriales de los perros.

Estudios en pacientes infantiles con diabetes tipo 1 se ha identificado que diferentes VOC aumentan, en particular hay un aumento de alcoholes como el etanol y el pentanol, por mencionar algunos (Trefz *et al.*, 2019). De esta familia de alcoholes se ha propuesto a la isoprona como el VOC que podría señalar la caída en los niveles de azúcar (Neupane *et al.*, 2016). Desafortunadamente, la concentración de isoprona varía durante el ejercicio (van den Broek *et al.*, 2022), cuando aumenta el estrés (Williams *et al.*, 2017) e incluso en otras condiciones médicas (Obermeier *et al.*, 2017), por lo que no es un marcador preciso ni específico al estar presente en diferentes situaciones, lo que explicaría la alta cantidad de falsos positivos.

En relación con la capacidad de los perros para detectar la isoprona aún no se han realizado estudios directos, que demuestren que los perros realmente pueden percibir este alcohol ni la sensibilidad a este compuesto, solo se ha propuesto como el posible VOC que emplearían los perros para detectar la caída en los niveles de azúcar en sangre (Neupane *et al.*, 2016). Aunque no hay evidencia directa de la percepción de isopronas, la literatura muestra la capacidad que tienen los perros para detectar la presencia de diferentes alcoholes (Hall *et al.*, 2016), lo que apuntaría a que es probable que se detecten las isopronas.

Roedores biodetectores

Los perros al igual que los roedores, se les considera animales macrosmáticos, los cuales son llamados así por su capacidad para detectar una gran cantidad de olores, eso gracias a que poseen un bulbo olfatorio amplio y a la gran cantidad y variedad de receptores olfativos (Wackermannová *et al.*, 2016). Mantener roedores y entrenarlos para realizar la detección de compuestos volátiles tiene diversas ventajas en comparación a los perros. El costo de mantenimiento, tanto de alimento, revisiones médicas e instalaciones es menor comparado con el costo de un perro (Nguyen & Ryba, 2012; Otto *et al.*, 2002). Dadas estas ventajas, diversos laboratorios y ONG han apostado por el entrenamiento de roedores para realizar labores de detección.

Desde hace ya varios años se han publicado diversos estudios donde se analiza el potencial de los roedores para la detección de condiciones médicas.

Ratas de la cepa wistar son capaces de detectar la presencia de tolueno e indicar realizando una conducta cuando este compuesto está presente. El tolueno es un biomarcador que se encuentra en el aliento de pacientes con cáncer de pulmón (Wang *et al.*, 2022). Los estudios muestran que las ratas son capaces de detectar la presencia de tolueno en una cámara especializada por arriba del 80% de los ensayos (Oh *et al.*, 2021). Sin embargo, el tolueno no es el único VOC que se puede encontrar en el aliento de paciente con cáncer de pulmón, ya que al menos otros 14 compuestos también están presentes (Oguma *et al.*, 2017) y estos podrían ser útiles para una detección precisa.

Desafortunadamente, la vida de una rata de laboratorio como la wistar no sobrepasa los 4 años y el entrenamiento para alcanzar niveles de detección por arriba del 90% puede tomar meses, lo que reduce significativamente los tiempos que la rata puede estar en servicio. Afortunadamente, algunos estudios señalan que la capacidad olfativa de las ratas no se reduce al incrementar la edad (Kraemer & Apfelbach, 2004), lo que implicaría que incluso individuos geriátricos podrían seguir realizando actividades de biodetección.

Si bien las ratas criadas en un bioterio tienen vidas cortas, en el grupo de los roedores existen otros miembros con periodos de vida más largos, como la rata gigante africana, también llamada rata gambina, la cual puede vivir hasta 14 años bajo cuidado humano (Cooper, 2008). Esta especie ha sido ampliamente utilizada en tareas de biodetección por más de 25 años de la mano de la ONG APOPO (acrónimo en neerlandés de Anti-Persoonsmijnen Ontmijnende Product Ontwikkeling, o Desarrollo de Productos para la Detección de Minas Terrestres Antipersonas). Esta ONG surgió con la idea de solucionar el gran problema de las minas terrestres en el continente africano y paulatinamente han expandido sus actividades a otros terrenos, contando actualmente con un programa de detección de tuberculosis y desarrollan proyectos para la detección de fauna (Fast, 2023) y personas atrapadas bajo escombros (APOPO, 2023). Las primeras validaciones sobre la capacidad de las ratas gigantes para detectar la tuberculosis datan de 2009 y en estos estudios se reporta que las ratas gigantes detectaron la presencia de tuberculosis en muestras salivales con precisiones del 72 al 100% (Weetjens *et al.*, 2009). Estas precisiones reportadas por APOPO en 2009 contrastan con las precisiones extremadamente bajas de las pruebas tradicionales realizadas en países en vías de desarrollo, las cuales pueden llegar incluso a alcanzar, en el peor de los casos, precisiones del 20% y 80% en el mejor de ellos (Steingart *et al.*, 2006).

El éxito de las ratas gigantes africanas como biodetectores se debe en parte a la biología de la especie y a la política de innovación en el entrenamiento. Partiendo del componente biológico, las ratas gigantes se destacan por un hocico alargado, el cual contiene un bulbo y corteza olfatorios relativamente más grandes para lo esperado por su tamaño, (Olude *et al.*, 2014). A nivel de familias y el número de genes, la rata gigante africana se distingue al poseer una expansión de genes que codifican para receptores olfativos, lo que explicaría el gran tamaño de su bulbo olfatorio y se puede hipotetizar que esta expansión se debió a presiones selectivas del ambiente donde se requería utilizar información olfativa (Freeman *et al.*, 2020).

En relación con el entrenamiento, APOPO se caracteriza por emplear métodos basados en evidencia, con protocolos que utilizan técnicas de condicionamiento pavloviano y operante, las cuales se diferencian del entrenamiento de perros, ya que todos los procedimientos de APOPO son sometidos a la evaluación por pares y son de acceso público en diferentes revistas científicas. Dentro de los procedimientos empleados para el entrenamiento de las ratas gigantes, nos gustaría destacar sus métodos basados en la teoría de detección de señales, los cuales tienen la finalidad reducir el nivel de falsas alarmas (responder que un estímulo está presente cuando solo se encuentra presente ruido) y las omisiones (no responder dado que se considera ruido, aun cuando el estímulo realmente estaba presente), ya que una incorrecta detección de un paciente con tuberculosis o la presencia de una mina es una condición potencialmente letal, así como un problema de salud pública y social (Webb *et al.*, 2020). Los estudios publicados por el equipo de innovación de APOPO se han centrado en emular las tareas y condiciones que enfrentarán los animales en sus actividades de detección, poniendo especial énfasis en condiciones de extinción, las cuales son típicas del trabajo en campo, ya que las ratas tienen que realizar la olfacción de muestras salivales o de tierra en donde no siempre está presente la señal, por lo que no siempre reciben una recompensa alimenticia (Mahoney *et al.*, 2012).

Hormigas y cáncer

En el terreno de la detección de VOC hay un nuevo candidato que recientemente ha mostrado una capacidad sorprendente para detectar diferentes compuestos y discriminarlos de otros: Las hormigas. Un grupo de investigadores franceses publicó en 2022 un estudio donde condicionaron a hormigas a la presencia los compuestos volátiles de células de cáncer ovárico cultivadas en un laboratorio. Los resultados indicaron que las hormigas del estudio podían detectar el aroma que se habían condicionado en otras muestras de cáncer (Piqueret *et al.*, 2022), lo que implica que algunos tipos de cáncer podrían tener huellas olfativas similares.

Un estudio más reciente de este mismo grupo publicado en 2023 confirmó la capacidad de las hormigas para detectar la presencia de cáncer, pero esta vez la detección no se hizo sobre células cultivadas, sino que se emplearon muestras de orina de ratón. Para este estudio se emplearon muestras de orina que fueron condicionadas a la entrega de una recompensa alimenticia. Al igual que el estudio previo, las hormigas discriminaron la orina de roedores con cáncer de la orina de individuos sanos (Piqueret *et al.*, 2023). Si bien estas pruebas aún se alejan de las condiciones reales que enfrentarían las hormigas al tratar de detectar los VOC que producen pacientes humanos con cáncer, los autores son conscientes de estas limitaciones, lo que garantiza que continuarán con este proyecto hasta llevarlo a situaciones reales y donde se pueda por fin evaluar la precisión de esta especie para detectar diferentes tipos de cáncer.

Pichones contra el cáncer

Dado que el cáncer es una enfermedad que se expresa de diferentes formas dependiendo de la parte del cuerpo en donde se ha diagnosticado, existen diferentes técnicas que se emplean para su diagnóstico y detección. Una de estas técnicas es el análisis de tejido mediante microscopía, la cual es realizada por patólogos experimentados, siendo el estándar de oro para algunos tipos de cáncer (Liu & Xu, 2019). Desafortunadamente, entrenar a un patólogo para realizar diagnósticos precisos a partir de muestras de tejido es una tarea que

toma muchos años. Según datos de The Royal Collage of Pathologist, formar un patólogo competente puede tardar hasta 15 años (2022).

Una de las habilidades que los patólogos emplean durante su entrenamiento es el aprendizaje discriminativo, el cual consisten en observar ejemplares y modelos de los estímulos hasta que los médicos son capaces de identificar con gran precisión las características deseadas y las variaciones de estas (Kellman & Krasne, 2018). Al mismo tiempo que los médicos tienen que realizar este aprendizaje también tienen que realizar otras actividades esenciales para la formación en medicina y el trabajo dentro del ambiente hospitalario (De Hert, 2020), por lo que no es de extrañar que tome tanto tiempo formar patólogos competentes.

Hace algunos años un grupo de histopatólogos, de expertos en técnicas de visualización de tejido y psicólogos unieron esfuerzos para probar si las palomas podían ser entrenadas para discriminar entre muestras de tejido con células cancerígenas y no cancerígenas. Los resultados de esta colaboración fueron pichones que podían discriminar entre las muestras con niveles de precisión cercanos al 80% en tan solo 15 días. Esta precisión se mantuvo incluso ante nuevos estímulos, lo que indica que los animales no estaban discriminando entre los estímulos basándose en la memoria, sino que realmente aprendieron a distinguir las características del cáncer y generalizaron este aprendizaje con muestras nuevas. Los datos del estudio indicaron que las palomas emplearon variaciones en las coloraciones y la brillantez de las imágenes para discriminar las muestras de tejido cancerígeno (Levenson *et al.*, 2015).

Dentro del estudio anterior se probó si las palomas eran capaces de detectar cáncer en mamografías. En este experimento los pichones fueron capaces de identificar la formación de calcificaciones, un signo asociado al cáncer de mama, sin embargo, no fueron capaces de identificar el crecimiento de masas, por lo que el tipo de visualización del tejido que los pichones deben discriminar juega un papel en el desempeño (Levenson *et al.*, 2015). Pese a los sorprendentes hallazgos de este estudio, a la fecha no existen trabajos posteriores de este grupo, aun cuando los resultados fueron bastante prometedores. Quedan en el aire dudas sobre los posibles efectos en la capacidad de detección si los pichones estuvieran realizando esta actividad por más tiempo o la comparación de la efectividad de los pichones contra el personal calificado. Sin duda, contar con un sistema de detección como el de los pichones podría ayudar

a realizar detecciones tempranas de pacientes con cáncer, lo que beneficiaría enormemente las perspectivas futuras de muchos pacientes.

Conclusiones

El mundo de los animales de servicio y biodetección enfocados en la salud es un campo donde la multidisciplinariedad converge y en donde los casos más exitosos o con los resultados más sorprendentes y alentadores son aquellos donde el grupo está conformado por profesionales de diversas disciplinas, como lo es el caso de las ratas gambinas y el de las palomas. Estos dos últimos proyectos son un buen ejemplo de lo que se puede alcanzar cuando se trabaja con profesionales formados en diferentes campos con intereses en común. A su vez, estos estudios muestran algunas ventajas que podría experimentar el área médica si se contará con animales de biodetección como parte de sus servicios regulares. Este punto cobra mayor relevancia en naciones en vías de desarrollo, las cuales no pueden permitirse la adquisición de equipo para el diagnóstico mediante pruebas de laboratorio o imagenología avanzada, tanto por la falta de personal altamente calificado (histopatólogos y personal de laboratorio), como por el costo de la tecnología, equipos, materiales de operación y mantenimiento.

Por otro lado, se encuentran los perros de biodetección donde existen tanto casos exitosos en la detección temprana de crisis epilépticas, como casos poco exitosos en la detección de hipoglucemia, lo que particularmente no justifica la inversión de tiempo ni económicas que algunos entrenadores llegan a cobrar por el servicio, sobre todo si comparamos a los animales con el precio actual de los monitores de glucosa y su precisión. El éxito de los perros de detección de crisis epilépticas es en parte a la larga historia de trabajo con este fenómeno, aunque solo recientemente se haya descrito el compuesto volátil que podrían detectar los perros. El caso de fracaso que muestran los perros de detección de hipoglucemia no se debe al desconocimiento de los VOC presentes, pero sí al hermetismo con el que la industria del adiestramiento y entrenamiento mantiene sus protocolos para el moldeamiento de los perros de detección.

Esta opacidad solo se entiende a la luz de las ganancias monetarias que representa esta industria, ya que como se señaló un animal puede llegar a costar hasta \$40,000 dólares americanos (un poco menos de \$800,000 pesos

mexicanos a junio de 2023). Este hermetismo y opacidad representa un riesgo de salud pública que puede llegar a ser letal para algunos pacientes, los cuales confían ciegamente en la palabra de las compañías y los perros que estas entrenan. Afortunadamente, esto está cambiando y poco a poco algunas ONG han dado un paso adelante al entrenar animales con protocolos que son generados por profesionales capacitados, los cuales también son sometidos a la revisión por pares y su difusión pública en revistas científicas de libre acceso, logrando así contar con perros que pueden detectar como mínimo el 75% de las ocasiones en que el nivel de azúcar en sangre cae (Rooney *et al.*, 2019).

Evidentemente, emplear animales conlleva una serie de requisitos que permitan cubrir las necesidades biológicas de los mismos, al igual que es necesario cubrir los diferentes lineamientos éticos para garantizar el bienestar de los animales, como un intercambio justo y una retribución a los animales por el trabajo en pro de la salud humana. Nuevamente, la relación con otras disciplinas es necesaria para reconocer tanto las necesidades etológicas, fisiológicas, metabólicas, sociales, emocionales y cognitivas de cada especie que empleamos tanto en la biodetección como con los perros de servicio mental.

Sin dudas, los animales son una herramienta importantísima para la detección de diferentes condiciones de salud y pueden ser un recurso valioso para la detección temprana y precisa de diferentes condiciones médicas, especialmente en países en desarrollo. Un grupo de animales entrenados para la detección de diversas enfermedades que puedan llegar a comunidades alejadas en donde los análisis clínicos no se pueden realizar por la falta de laboratorios, equipamiento y personal calificado. Caravanas de este tipo resultarían en una forma eficiente para tener un tamizaje general que pueda descartar algunas condiciones médicas y que permitan intervenciones tempranas, las cuales siempre mejoran los pronósticos médicos y reducen los costos a las personas y los sistemas de salud pública.

En relación con el uso de animales no convencionales, los estudios con hormigas indican que debemos ver más allá de las especies que tradicionalmente conocemos y trabajamos, considerando nuevas candidatas que pudieran ser ideales para la detección de VOC de diferentes condiciones médicas. Una revisión en la literatura de ecología sensorial de diferentes animales podría darnos una idea de especies con el potencial para realizar actividades de biodetección.

Las sombras que producen el hermetismo, los conflictos de interés, la falta de compromisos éticos, la poca o nula regulación en materia de salud y el uso de métodos basados en la experiencia y no en la investigación científica, hacen que sea imperante para la comunidad científica el alzar la voz y el exigir tanto regulaciones reales, como protocolos claros y precisos avalados en estudios científicos, dado que la vida de miles de personas está en riesgo. También es imperante que luchemos por formar grupos multidisciplinarios y entrenadores que trabajen con técnicas basadas en evidencia. Esto permitiría contar con protocolos válidos, confiables y de acceso público que podrían ser empleados por otros profesionales en sus prácticas de entrenamiento. Así podríamos reducir parte de los problemas asociados a las prácticas que se realizan con animales de servicio mental y detección, abundado a la salud pública, la calidad de vida humana y el bienestar animal.

Referencias

- Ahmad, H. I., Ahmad, M. J., Jabbir, F., Ahmar, S., Ahmad, N., Elokil, A. A., & Chen, J. (2020). The domestication makeup: Evolution, survival, and challenges. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8, 103. <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.00103>
- APOPO (11 de julio 2023). *Sniffing out survivors*. APOPO. <https://apopo.org/latest/2022/10/sniffing-out-survivors/?v=0b98720dcb2c>
- AZA Animal Training Guiding Principles, (2020). *Aplicaciones de entrenamiento de animales en entornos de zoológicos y acuarios*. Association of Zoos and Aquariums. <https://www.aza.org/animal-training-applications-zoo-aquarium-settings>
- Binfet, J.-T., Passmore, H.-A., Cebry, A., Struik, K., & McKay, C. (2018). Reducing university students' stress through a drop-in canine-therapy program. *Journal of Mental Health*, 27(3), 197–204. <https://doi.org/10.1080/09638237.2017.1417551>
- Biraben, A., Taussig, D., Thomas, P., Even, C., Vignal, J. P., Scarabin, J. M., & Chauvel, P. (2001). Fear as the main feature of epileptic seizures. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 70(2), 186–191. <https://doi.org/10.1136/jnnp.70.2.186>

- Brown, S. W., & Strong, V. (2001). The use of seizure-alert dogs. *Seizure*, 10(1), 39–41. <https://doi.org/10.1053/seiz.2000.0481>
- Catala, A., Grandgeorge, M., Schaff, J. L., Cousillas, H., Hausberger, M., & Cattet, J. (2019). Dogs demonstrate the existence of an epileptic seizure odour in humans. *Scientific Reports*, 9(1), 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40721-4>
- Chakravarty, K., Ray, S., Kharbanda, P. S., Lal, V., & Baishya, J. (2021). Temporal lobe epilepsy with amygdala enlargement: A systematic review. *Acta Neurologica Scandinavica*, 144(3), 236–250. <https://doi.org/10.1111/ane.13455>
- Cooper, R. G. (2008). Care, husbandry, and diseases of the African giant rat (*Cricetomys gambianus*). *Journal of the South African Veterinary Association*, 79(2), 62–66. <https://doi.org/10.4102/jsava.v79i2.245>
- De Hert, S. (2020). Burnout in healthcare workers: Prevalence, impact, and preventative strategies. *Local and Regional Anesthesia, Volume 13*, 171–183. <https://doi.org/10.2147/LRA.S240564>
- Dell, C. A., Chalmers, D., Gillett, J., Rohr, B., Nickel, C., Campbell, L., Hanoski, R., Haugerud, J., Husband, A., Stephenson, C., & Brydges, M. (2015). PAWSing student stress: A pilot evaluation study of the St. John Ambulance Therapy Dog program on three university campuses in Canada. *Canadian Journal of Counselling and Psychotherapy*, 49(4), 332–359.
- Fast, C. (11 de julio de 2023). *Training HeroRATs to detect wildlife products*. APOPO. <https://apopo.org/latest/2020/12/deterring-illegal-trafficking-of-wildlife/?v=0b98720dcb2c>
- Fernandez, E. J., & Martin, A. L. (2021). Animal Training, Environmental Enrichment, and Animal Welfare: A History of Behavior Analysis in Zoos. *Journal of Zoological and Botanical Gardens*, 2(4), 531–543. <https://doi.org/10.3390/jzbg2040038>
- Freeman, A. R., Ophir, A. G., & Sheehan, M. J. (2020). The giant pouched rat (*Cricetomys ansorgei*) olfactory receptor repertoire. *PLOS ONE*, 15(4), e0221981. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221981>
- Gonder-Frederick, L. A., Grabman, J. H., & Shepard, J. A. (2017). Diabetes Alert Dogs (DADs): An assessment of accuracy and implications. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 134, 121–130. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2017.09.009>

- Gubernot, D. M., Boyer, B. L., & Moses, M. S. (2008). Animals as early detectors of bioevents: Veterinary tools and a framework for animal-human integrated zoonotic disease surveillance. *Public Health Reports*, 123(3), 300–315. <https://doi.org/10.1177/003335490812300310>
- Guimerá, C. (2019). La eficacia en la detección canina en el ámbito de las fuerzas armadas: Propuesta de un estándar de evaluación. *Sanidad Militar*, 75(2), 98–101. <https://doi.org/10.4321/S1887-85712019000100007>
- Hall, N. J., Collada, A., Smith, D. W., & Wynne, C. D. L. (2016). Performance of domestic dogs on an olfactory discrimination of a homologous series of alcohols. *Applied Animal Behaviour Science*, 178, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.03.016>
- Hammer, J. (1943). Trained animals in antiquity: a portion of a paper. *The Classical Outlook*, 20(6), 59–61. <http://www.jstor.org/stable/44006462>
- Hawryluk, M. (Feb. 14, 2022). Demand for service dogs unleashes a ‘Wild West’ market. *Kaiser Health News*. <https://www.nbcnews.com/health/health-news/service-dog-training-unregulated-market-demand-grows-rapidly-rcna16184>
- Kuwahara, Y., Akimoto, K., Leal, W. S., Nakao, H., & Suzuki, T. (1987). Iso-piperitenone: A new alarm pheromone of the acarid mite, *Tyrophagus similis* (Acarina, Acaridae). *Agricultural and Biological Chemistry*, 51(12), 3441–3442. <https://doi.org/10.1080/00021369.1987.10868549>
- Kellman, P. J., & Krasne, S. (2018). Accelerating expertise: Perceptual and adaptive learning technology in medical learning. *Medical Teacher*, 40(8), 797–802. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2018.1484897>
- Kraemer, S., & Apfelbach, R. (2004). Olfactory sensitivity, learning and cognition in young adult and aged male Wistar rats. *Physiology & Behavior*, 81(3), 435–442. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2004.01.012>
- Kotrschal, K. (2018). How wolves turned into dogs and how dogs are valuable in meeting human social needs. *People and Animals: The International Journal of Research and Practice*, 1(1), 6.
- Kullmann, D. M. (2011). What’s wrong with the amygdala in temporal lobe epilepsy? *Brain*, 134(10), 2800–2801. <https://doi.org/10.1093/brain/awr246>
- Levenson, R. M., Krupinski, E. A., Navarro, V. M., & Wasserman, E. A. (2015). Pigeons (*Columba livia*) as Trainable Observers of Pathology and Ra-

- diology Breast Cancer Images. *PLOS ONE*, 10(11), e0141357. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141357>
- Liu, Y., & Xu, J. (2019). High-resolution microscopy for imaging cancer pathobiology. *Current Pathobiology Reports*, 7(3), 85–96. <https://doi.org/10.1007/s40139-019-00201-w>
- Lloyd, J., Johnston, L., & Lewis, J. (2019). Psychiatric assistance dog use for people living with mental health disorders. *Frontiers in Veterinary Science*, 6(JUN), 1–6. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00166>
- Lord, K., Schneider, R., & Coppinger, R. (2016). Evolution of working dogs. In J. Serpell (Ed.), *The Domestic Dog: Its Evolution, Behavior and Interactions with People* (pp. 42-66). Cambridge University Press. doi:10.1017/9781139161800.004
- Los, E. A., Ramsey, K. L., Guttman-Bauman, I., & Ahmann, A. J. (2017). Reliability of trained dogs to alert to hypoglycemia in patients with type 1 diabetes. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 11(3), 506–512. <https://doi.org/10.1177/1932296816666537>
- Maa, E. H., Arnold, J., & Bush, C. K. (2021). Epilepsy and the smell of fear. *Epilepsy and Behavior*, 121, 108078. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2021.108078>
- Maa, E. H., Arnold, J., Ninedorf, K., & Olsen, H. (2021). Canine detection of volatile organic compounds unique to human epileptic seizure. *Epilepsy & Behavior*, 115, 107690. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2020.107690>
- Mahoney, A. M., Durgin, A., Poling, A., Weetjens, B. J. C., Cox, C., Tewelde, T., & Gilbert, T. (2012). Mine Detection Rats: Effects of Repeated Extinction on Detection Rates. *The Journal of ERW and Mine Action*, 16(3), 57. <https://commons.lib.jmu.edu/cisr-journal/vol16/iss3/22>
- Neupane, S., Peverall, R., Richmond, G., Blaikie, T. P. J., Taylor, D., Hancock, G., & Evans, M. L. (2016). Exhaled breath isoprene rises during hypoglycemia in type 1 diabetes. *Diabetes Care*, 39(7), e97–e98. <https://doi.org/10.2337/dc16-0461>
- Nguyen, M. Q., & Ryba, N. J. P. (2012). A smell that causes seizure. *PLOS ONE*, 7(7), 1–10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041899>
- Obermeier, J., Trefz, P., Happ, J., Schubert, J. K., Staude, H., Fischer, D. C., & Miekisch, W. (2017). Exhaled volatile substances mirror clinical conditions in pediatric chronic kidney disease. *PLOS ONE*, 12(6), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178745>

- Oguma, T., Nagaoka, T., Kurahashi, M., Kobayashi, N., Yamamori, S., Tsuji, C., Takiguchi, H., Niimi, K., Tomomatsu, H., Tomomatsu, K., Hayama, N., Aoki, T., Urano, T., Magatani, K., Takeda, S., Abe, T., & Asano, K. (2017). Clinical contributions of exhaled volatile organic compounds in the diagnosis of lung cancer. *PLOS ONE*, *12*(4), e0174802. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174802>
- Oh, Y., Kwon, O.-S., Min, S.-S., Shin, Y.-B., Oh, M.-K., & Kim, M. (2021). Olfactory detection of toluene by detection rats for potential screening of lung cancer. *Sensors*, *21*(9), 2967. <https://doi.org/10.3390/s21092967>
- Olude, M. A., Ogunbunmi, T. K., Olopade, J. O., & Ihunwo, A. O. (2014). The olfactory bulb structure of African giant rat (*Cricetomys gambianus*, Waterhouse 1840) I: cytoarchitecture. *Anatomical Science International*, *89*(4), 224–231. <https://doi.org/10.1007/s12565-014-0227-0>
- Otto, J., Brown, M. F., & Long, W. (2002). Training rats to search and alert on contraband odors. *Applied Animal Behaviour Science*, *77*(3), 217–232. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00052-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00052-7)
- Piqueret, B., Bourachot, B., Leroy, C., Devienne, P., Mechta-Grigoriou, F., D’Ettorre, P., & Sandoz, J.-C. (2022). Ants detect cancer cells through volatile organic compounds. *IScience*, *25*(3), 103959. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.103959>
- Piqueret, B., Montaudon, É., Devienne, P., Leroy, C., Marangoni, E., Sandoz, J. C., & d’Ettorre, P. (2023). Ants act as olfactory bio-detectors of tumours in patient-derived xenograft mice. *Proceedings. Biological sciences*, *290*(1991), 20221962. <https://doi.org/10.1098/rspb.2022.1962>
- Pathologists, R. C. of. (2022). *Cancer review of standards consultation response from the Royal College of Pathologists* (Issue March).
- Rooney, N. J., Guest, C. M., Swanson, L. C. M., & Morant, S. V. (2019). How effective are trained dogs at alerting their owners to changes in blood glycaemic levels?: Variations in performance of glycaemia alert dogs. *PLOS ONE*, *14*(1), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210092>
- Schmitz, D., Shubert, V. A., Betz, T., & Schnell, M. (2015). Exploring the conformational landscape of menthol, menthone, and isomenthone: a microwave study. *Frontiers in Chemistry*, *3*(MAR), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fchem.2015.00015>
- Steingart, K. R., Henry, M., Ng, V., Hopewell, P. C., Ramsay, A., Cunningham, J., Urbanczik, R., Perkins, M., Aziz, M. A., & Pai, M. (2006). Fluorescence

- versus conventional sputum smear microscopy for tuberculosis: a systematic review. *The Lancet. Infectious diseases*, 6(9), 570–581. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(06\)70578-3](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(06)70578-3)
- Strong, V., Brown, S. W., & Walker, R. (1999). Seizure-alert dogs — fact or fiction? *Seizure*, 8(1), 62–65. <https://doi.org/10.1053/seiz.1998.0250>
- Trefz, P., Obermeier, J., Lehbrink, R., Schubert, J. K., Miekisch, W., & Fischer, D.-C. (2019). Exhaled volatile substances in children suffering from type 1 diabetes mellitus: results from a cross-sectional study. *Scientific Reports*, 9(1), 15707. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52165-x>
- van den Broek, J., Mochalski, P., Königstein, K., Ting, W. C., Unterkofler, K., Schmidt-Trucksäss, A., Mayhew, C. A., Güntner, A. T., & Pratsinis, S. E. (2022). Selective monitoring of breath isoprene by a portable detector during exercise and at rest. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 357, 131444. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2022.131444>
- Verheggen, F. J., Haubruge, E., & Mescher, M. C. (2010). Alarm Pheromones—Chemical Signaling in Response to Danger. In *Vitamins and Hormones* (Vol. 83, Issue C, pp. 215–239). [https://doi.org/10.1016/S0083-6729\(10\)83009-2](https://doi.org/10.1016/S0083-6729(10)83009-2)
- Vigne, J.D. (2011). The origins of animal domestication and husbandry: A major change in the history of humanity and the biosphere. *Comptes Rendus Biologies*, 334(3), 171–181. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2010.12.009>
- Wackermannová, M., Pinc, L., & Jebavý, L. (2016). Olfactory Sensitivity in Mammalian Species. *Physiological Research*, 65(3), 369–390. <https://doi.org/10.33549/physiolres.932955>
- Wang, H., Shi, X., Liu, F., Duan, T., & Sun, B. (2022). Non-Invasive rapid detection of lung cancer biomarker toluene with a cataluminescence sensor based on the two-dimensional nanocomposite Pt/Ti3C2Tx-CNT. *Chemosensors*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/chemosensors10080333>
- Webb, E. K., Saccardo, C. C., Poling, A., Cox, C., & Fast, C. D. (2020). Rapidly training African giant pouched rats (*Cricetomys ansorgei*) with multiple targets for scent detection. *Behavioural Processes*, 174, 104085. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2020.104085>
- Weetjens, B. J. C., Mgode, G. F., Machang'u, R. S., Kazwala, R., Mfinanga, G., Lwilla, F., Cox, C., Jubitana, M., Kanyagha, H., Mtandu, R., Kahwa, A., Mwessongo, J., Makingi, G., Mfaume, S., Van Steenberge, J., Beyene, N. W., Billet, M., & Verhagen, R. (2009). African pouched rats for the detec-

- tion of pulmonary tuberculosis in sputum samples. *International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 13(6), 737–743.
- Williams, J., Stöner, C., Wicker, J., Krauter, N., Derstroff, B., Bourtsoukidis, E., Klüpfel, T., & Kramer, S. (2016). Cinema audiences reproducibly vary the chemical composition of air during films, by broadcasting scene specific emissions on breath. *Scientific Reports*, 6(1), 25464. <https://doi.org/10.1038/srep25464>
- Wołyńczyk-Gmaj, D., Ziółkowska, A., Rogala, P., Ścigała, D., Bryła, L., Gmaj, B., & Wojnar, M. (2021). Can dog-assisted intervention decrease anxiety level and autonomic agitation in patients with anxiety disorders? *Journal of Clinical Medicine*, 10(21), 5171. <https://doi.org/10.3390/jcm10215171>
- Young, R. J. (2002). Uncloaking the magician: Contributions of comparative psychology to understanding animal training. *International Journal of Comparative Psychology*, 15(2), 174–185. <https://doi.org/10.46867/c47g75>

