



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

Las expresiones faciales en medicina veterinaria

Facial expressions in veterinary medicine

Autor/es

Nadia Martínez Bonmatí

Director/es

Jorge Ignacio Palacio Liesa

Facultad de Veterinaria

2022

ÍNDICE

1. Resumen.....	2
2. Abstract.....	2
3. Introducción.....	3
4. Justificación y objetivos.....	3
5. Metodología.....	4
6. Resultados y discusión.....	5
6.1. Expresiones faciales como forma de comunicación.....	5
6.1.1. Anatomía y fisiología de las expresión.....	5
6.1.2. Herramienta de comunicación de los estados internos.....	10
6.1.3. Indicadoras de dolor.....	14
6.2. Origen de las escalas faciales.....	16
6.3. Unidades de acción.....	17
6.4. Escalas faciales en distintas especies.....	18
6.4.1. Animales de laboratorio.....	18
6.4.2. Gatos.....	22
6.4.3. Perros.....	26
6.4.4. Caballos.....	26
6.5. Utilidad clínica veterinaria de las escalas faciales.....	29
6.5.1. Reconocimiento del dolor y bienestar animal.....	29
6.5.2. Apoyo diagnóstico en consultas de etología.....	31
6.6. Limitaciones, validaciones y futuros desarrollos o líneas de investigación.....	32
6.6.1. Validación de las escalas faciales.....	32
6.6.2. Limitaciones de las escalas faciales.....	33
6.6.3. Desarrollos futuros.....	34
7. Conclusiones.....	35
8. Conclusions.....	36
9. Valoración personal.....	37
9. Bibliografía.....	38

1. Resumen.

Las expresiones faciales facilitan la interacción social entre animales de la misma o de diferentes especies, incluidas las personas. Las expresiones faciales son muy variables dependiendo de la especie animal, lo diferenciada que tenga su musculatura y su grado de interacción con el ser humano. Además, aportan información sobre las emociones positivas y negativas, entre las que se encuentran las derivadas de situaciones de estrés o de percepción del dolor. El estudio de las expresiones faciales empezó en los seres humanos y se ha extendido a varias especies animales, siendo actualmente un área de investigación en crecimiento. La evaluación del dolor, por medio de escalas faciales, constituye un sistema preciso y fiable, con potencial aplicación tanto en el campo de la investigación como en la clínica de diversas especies.

El objetivo general de este trabajo es revisar la literatura científica acerca de las expresiones faciales en animales, su desarrollo histórico en particular en el contexto veterinario, su base anatómica y neurofisiológica, su asociación con emociones o experiencias negativas como el dolor, las unidades de acción, su validación y fiabilidad, las variables de confusión y sus limitaciones y la aplicación de las mismas en el ejercicio profesional clínico veterinario. También, de manera específica se exponen los distintos trabajos en determinadas especies. Por último se plantean cuáles son las líneas de investigación o desarrollo futuro.

2. Abstract.

The facial expressions ease the social interaction between animals from the same or different species, even people. Facial expressions are very variable depending on the species, their differentiated muscle system and the extent of interaction with the human being. Also, they give information about positive and negative emotions, among which are the ones derived from situations of stress or pain perception. The study of the facial expressions began with human beings and it has extended to various animal species, being a growing investigation matter to this day. The pain evaluation, by facial scales, constitutes an accurate and reliable system, with as much potential application in the investigation studies as in the clinic of various species.

The general objective of this project is to check the scientific literature about animal facial expressions, its historical development in the veterinary matter in particular, its anatomic and neurophysiologic foundation, its association with negative emotions or experiences such as pain, the action units, its validation and reliability, the confusion variables and its limits and the application of such in the professional veterinary practice. Furthermore, the distinct projects on

determined species are exposed specifically. Ultimately, its proposed which are the investigation lines or the future development.

3. Introducción.

La comunicación se define como el “proceso de envío de información de un individuo a otro(s) con el propósito de modificar el comportamiento del receptor”. En los animales sociales este proceso es importante, ya que permite mostrar y reconocer estados internos de miembros de la misma especie (comunicación intraespecífica) o de otras (comunicación interespecífica), como los humanos (García-Belenguer et al., 2022).

Esta posible comunicación con los humanos se debe a la domesticación y a la evolución de las especies anatómica, fisiológica y conductualmente. El vínculo humano-animal es estudiado por la ciencia de la antrozoología, que une la antropología, la etología, la medicina humana y veterinaria y la zoología (García-Belenguer et al., 2022).

Los métodos de comunicación pueden ser olfativo, auditivo, táctil y visual. En este último se encuentran el contacto visual, las posturas corporales y las expresiones faciales (García-Belenguer et al., 2022).

Las expresiones faciales en animales pueden ser respuestas involuntarias que permiten comunicar las emociones internas. (Mota et al., 2021). Pero en la actualidad hay evidencias de que los animales también pueden mostrar expresiones faciales, con el propósito consciente de comunicarse (García-Belenguer et al., 2022).

Sin embargo, los animales no tienen la capacidad de informar verbalmente sobre su estado mental o físico, por lo que es imprescindible conocer los mecanismos neurobiológicos implicados en la percepción y exteriorización de sus emociones (Mota et al., 2021). Además, las expresiones faciales tienen un interés creciente en la medicina veterinaria, ya que permiten evidenciar signos de dolor, miedo, estrés, ansiedad u otras patologías, lo que permite identificar el grado de bienestar de los animales y por tanto velar por su salud.

4. Justificación y objetivos.

La interpretación de los estados internos de los animales es una cuestión que, actualmente, sigue siendo compleja. Existen determinados sistemas de medición del dolor, entre los que se

encuentran las escalas de expresiones faciales, que además de ser una herramienta de manejo del dolor, permite identificar emociones distintas en animales, tanto negativas como positivas, como por ejemplo, el estrés, miedo o felicidad.

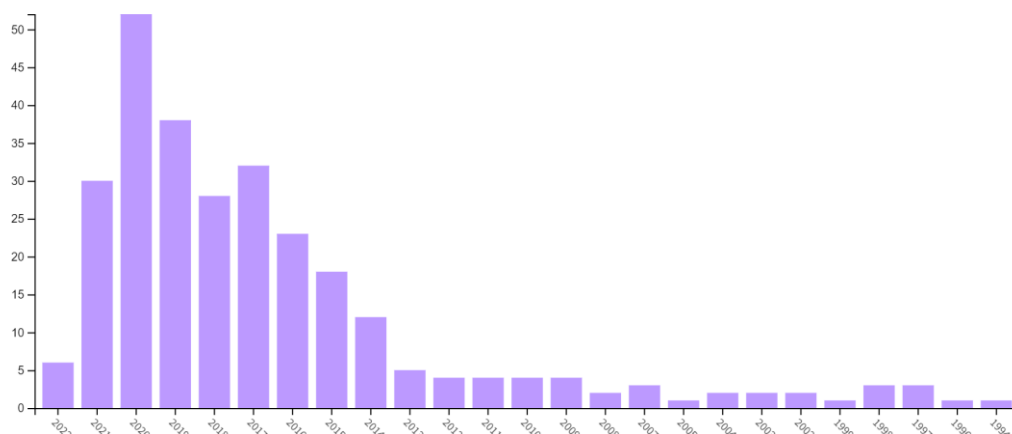
Igualmente, se ha comprobado que, en la actualidad, los analgésicos están infrautilizados en la medicina veterinaria, por lo que estos sistemas de codificación son un apoyo diagnóstico útil, los cuales han sido validados. (Mogil et al., 2020).

El objetivo general es revisar la literatura científica acerca de las expresiones faciales en animales, su desarrollo histórico en particular en el contexto veterinario, su base anatómica y neurofisiológica, su asociación con emociones o experiencias negativas como el dolor, las unidades de acción, su validación y fiabilidad, las variables de confusión y sus limitaciones y la aplicación de las mismas en el ejercicio profesional clínico veterinario. Por otra parte se plantean cuáles son las líneas de investigación o desarrollo futuro. De manera específica se exponen los distintos trabajos en determinadas especies.

5. Metodología.

Se ha realizado una revisión bibliográfica sobre las publicaciones científicas en torno a las palabras clave “facial expressions”, “pain”, “emotions”, “grimace scales”, en bases de datos como Web of Science, PubMed, Sciente Direct y Alcorze. La búsqueda se ha ceñido a trabajos, en su mayoría publicados desde 2005 hasta la actualidad, además de consultar en libros especializados en la materia a tratar.

El tema a revisar forma parte de estudios muy recientes, por lo que se trata de un campo en expansión, que a la hora de realizar la búsqueda da pocos resultados. Como se muestra en la Gráfica 1, en estos últimos años ha ido aumentando la documentación científica basada en las palabras clave buscadas para la realización de este trabajo, resultando una evolución creciente.



Gráfica 1. Artículos publicados por años sobre expresiones faciales. (Web of Science, 2022).

Además, realizando la búsqueda con la palabra más utilizada para este trabajo, “grimace scales”, los cinco países que más han contribuido a su estudio por el mayor número de artículos revisados, son, en orden decreciente, Estados Unidos, Canadá, Inglaterra, Alemania e Italia. Las tres editoriales que más han publicado sobre este tema son “Elsevier”, “Springer Nature” y “Wiley”. Y por último, las tres universidades que más lo han estudiado son la Liga de Universidades de Investigación Europeas, Universidad de Newcastle y Universidad de Montreal.

Se ha agrupado la información general anatómica y fisiológica disponible, distribuyendo posteriormente la información agrupada tanto por especies como por las principales utilidades y aplicaciones en la clínica veterinaria.

6. Resultados y discusión.

6.1. Expresiones faciales como forma de comunicación.

En este punto, se va a proceder a introducir el concepto de las expresiones faciales en los animales, desde el punto de vista fisiológico y anatómico, prosiguiendo con las emociones y la comunicación de éstas, las cuales permitirán usarse como herramienta en la detección del dolor durante el diagnóstico en el ámbito de la profesión veterinaria.

6.1.1. Anatomía y fisiología de las expresiones.

Los movimientos faciales nos permiten comprender la evolución, en los animales, de la comunicación, el comportamiento social y la cognición. Los seres humanos y otros mamíferos se comunican utilizando señales: visuales, verbales, táctiles y olfativas. Generalmente, todas se perciben o generan mediante la región craneofacial. Y dentro de las señales visuales se

encuentran las expresiones faciales, ya que la cara es la principal herramienta de comunicación en los mamíferos terrestres, puesto que muchos de éstos las usan en las interacciones sociales, con individuos de la misma especie y también con humanos (Burrows et al., 2020).

Los animales domésticos más cercanos a los humanos, como serían los perros, gatos y caballos, usan expresiones faciales para interactuar con las personas y entre ellos mismos, pero de distinta manera. Como por ejemplo, en el caso de los perros, al tratarse de un animal que lleva conviviendo con los humanos muchos años, tienen más desarrollada la capacidad de identificar las expresiones faciales en los humanos y viceversa. Esta habilidad mutua se debe, sobre todo, a una evolución conjunta. Además se ha demostrado una liberación de oxitocina en ambas especies durante la mirada, que refuerza la respuesta de cuidado de los humanos hacia los perros (Burrows et al., 2020).

Continuando con la especie canina, la domesticación, en su mayoría, provocó cambios tanto en su comportamiento como en características anatómicas. La domesticación se asocia a la selección de los lobos que mostraban comportamientos más dóciles. Lo que conllevó a una modificación en la anatomía facial de los perros para conseguir la comunicación con los humanos. Esta modificación, se debe, en parte a la selección artificial. Y esta selección se ha basado, sobre todo, en un determinado músculo facial, denominado *elevator anguli oculi medialis*, el cual eleva la parte interna de la ceja. Esto da un aspecto al animal de cachorro, ya que abre el ojo, dándole una forma más redondeada y además se ve más la esclerótica. Cabe mencionar que, la visibilidad de la esclerótica en humanos se relaciona con una mejor interacción social, ya que muestra más claramente en qué dirección va la mirada. Todo esto desencadena una respuesta, por parte de las personas, de protección, ya que relacionamos esa expresión con un aspecto infantil (Kaminski et al., 2019).

Los perros domésticos (*Canis familiaris*) presentan diversas diferencias con su pariente salvaje, el lobo gris (*Canis lupus*), como las orejas más flexibles, los bigotes más pequeños, morfología del cráneo diferente y con tamaño más pequeño, hocico reducido y dientes más pequeños, además del comportamiento familiar con los humanos. Otra diferencia de los perros con su antepasado, es la presencia del músculo *elevator anguli oculi medialis*, éste junto con las manchas de color en el pelaje, que tienen algunos, en esta zona medial de los ojos, dan una característica especial a la mirada de los perros para la comunicación con los humanos. En adición, la boca del lobo es más plana que la de los perros, la cual adopta una forma “sonriente”, cuando las comisuras de la boca se dirigen hacia arriba gracias al músculo cigomático mayor, dándole una expresión más amigable (Burrows et al., 2020).

Por otro lado, los gatos evolucionaron a partir de un ancestro menos social, y la relación con los humanos nació a partir de una relación comensal, en la que se utilizaban a los felinos para cazar los ratones que infestaban las reservas de materias primas alimenticias. Por lo que, tras la domesticación de los gatos (*Felis catus*) no se han visto grandes diferencias anatómicas y de comportamiento con el gato salvaje africano (*Felis silvestris lybica*), por lo tanto, no han sufrido la selección artificial, por parte de los seres humanos, al nivel de la especie canina. Donde sí se ha visto variabilidad es en el color y patrón del pelaje. En el sistema de codificación de acción facial desarrollado específicamente para gatos, el cual se desarrollará más adelante, se han visto un menor número de expresiones faciales a diferencia de los perros y caballos. Esto último se debe a que la especie felina son depredadores, en su mayoría, solitarios, por lo que no requieren de interacciones sociales, al contrario de los dos otros mamíferos mencionados (Burrows et al., 2020).

Dentro de los caballos domésticos también encontramos una amplia variedad de expresiones faciales, las cuales utilizan para comunicarse con otros caballos y también con los humanos. Sin embargo, la capacidad de las personas para identificar la expresión en estos animales está más cuestionada (Burrows et al., 2020).

Tanto los caballos domésticos como los salvajes (*Przewalski*), son animales sociales para los cuales la comunicación olfativa, verbal a corta distancia y las expresiones faciales, son importantes. Los caballos salvajes forman grupos de individuos los cuales establecen vínculos que duran toda su vida, los cuales pueden estar formados por hasta 23 individuos. Debido a este comportamiento social complejo, los caballos domésticos tienen un número elevado de expresiones faciales exhibidas en las interacciones intraespecie y con los humanos (Burrows et al., 2020).

La anatomía del cráneo de ambos équidos no tiene diferencias relevantes. El perfil del hocico en el caballo salvaje es más recto, al contrario que el caballo doméstico, que suele ser más curvo, esta diferencia la comparten con la especie canina (Burrows et al., 2020).

Por consiguiente, todas las especies sociales se relacionan con un mayor número de expresiones faciales y, por tanto, un mayor grado de capacidad de movimientos musculares faciales (Burrows et al., 2020).

Asimismo, existe un tejido conectivo fibroso (SMAS) que interviene en el movimiento de los músculos que participan en la expresión facial, conectando los músculos faciales entre sí y con la dermis. Esto es lo que proporciona a los humanos una gran variedad de expresiones faciales combinadas y graduales. Los gatos carecen de un tejido conectivo similar al SMAS, por eso tienen

la movilidad facial reducida. En cambio los caballos y los perros tienen una capa de tejido conectivo equiparable al SMAS, que contribuye a la amplia variedad de movimientos faciales en estas especies (Burrows et al., 2020).

En un apartado próximo de la revisión, sobre las unidades de acción, se desarrollarán los Sistemas de Codificación Facial, los cuales clasifican e identifican los estados emocionales, como el miedo, la ira y el placer, mediante estas unidades de acción, según las posiciones que adoptan los músculos de la cara, manifestando así diferentes expresiones faciales (Mota et al., 2021).

Existe un Sistema de Codificación específico para cada especie, ya que una misma expresión podría tener un significado diferente para cada animal. Un ejemplo, en perros, sería el aplanamiento de las orejas, originado por los músculos *aductor auris inferior*, *frontoscutularis* y *retractor anguli oculi lateralis*, y la elevación del labio superior mediante el *elevador labii maxillaris* y *caninus*, los cuales son movimientos que se asocian a estímulos negativos, como podrían ser el miedo o el dolor (Mota et al., 2021).

El miedo y el dolor son claramente emociones que experimentan las personas, pero que también los animales lo sientan es un hecho que todavía hay autores que se cuestionan. A partir de las afirmaciones de Darwin, en *La expresión de las emociones en los animales y en el hombre* (1873), donde atribuía un alto valor a las expresiones faciales para la transmisión de emociones en animales no humanos, se le ha dado más importancia a la identificación de estas expresiones, evolucionando en su estudio a lo largo de los años. En la actualidad, aún se debate si las muecas y comportamientos de los animales son únicamente una herramienta de comunicación no relacionada con las emociones o si además tienen un papel en la expresión de sentimientos, causados por diferentes estímulos. En ambos casos, tanto los diferentes gestos como los estados emocionales necesitan la integración de sistemas periféricos, autonómicos, respuestas endocrinas y musculares, para después, activar las estructuras cerebrales específicas, como son la amígdala, el hipotálamo y el tronco encefálico, requeridas para generar una respuesta posterior adecuada (Mota et al., 2021).

Los mecanismos cerebrales que se activan ante experiencias psicológicas son la base del comportamiento en los humanos y animales. Si los animales no tuvieran sentimientos no podrían distinguir entre lo que les hace sentir bien o lo que les produce sentimientos no deseables, por lo que tampoco mostraría resultados la teoría de aprendizaje con los animales basada en los “castigos” y “recompensas o premios”, por ejemplo (Panksepp, 2011).

Precisamente, el 5 de enero de este año ha entrado en vigor la Ley 17/2021, de 15 de diciembre, de modificación del Código Civil, la Ley Hipotecaria y la Ley de Enjuiciamiento Civil, sobre el

régimen jurídico de los animales, en la que se reconoce a los animales como seres dotados de sensibilidad, los cuales tienen derechos de protección y bienestar.

La evidencia científica de que experimentan emociones proviene de estudios con estimulaciones eléctricas y químicas, de las que se ha obtenido respuestas emocionales similares en todos los mamíferos, aplicando estos estímulos a regiones cerebrales homólogas (Panksepp, 2011).

Los mecanismos afectivos primarios se originan en estructuras subcorticales del cerebro, las cuales son anatómica, neuroquímica y evolutivamente similares en todas las especies de mamíferos, donde se encuentran circuitos del mesencéfalo que se interconectan con núcleos de ganglios basales, a través de vías en el hipotálamo lateral, medial y el tálamo medial. Estas estructuras trabajan de forma coordinada para generar conductas emocionales, tales como los llamados instintos primarios. Éstos son los que garantizan las necesidades de supervivencia y se trabajan durante los ejercicios de refuerzo, en los cuales hay una asociación temporal de estímulos externos con respuestas afectivas. Sin embargo, hay diferencias en las respuestas cognitivas en las diferentes especies animales (Panksepp, 2011).

Para desencadenar una respuesta a un estímulo externo, primero hay que decodificar ese estímulo. Esto tiene lugar mediante la activación del sistema límbico, el cual forma parte del sistema nervioso central, concretamente las regiones ventral y dorsal de la circunvolución cingulada, corteza prefrontal, estriado ventral, núcleo dorsomedial del tálamo y amígdala. Este sistema es el que identifica los estímulos y procesa las emociones, las cuales serán generadas, junto con las expresiones faciales, por la amígdala. La conexión entre la amígdala y las demás partes del sistema límbico se lleva a cabo mediante secreción de neurotransmisores, neuropéptidos y hormonas, entre los que destacan las catecolaminas como la dopamina, la noradrenalina y la adrenalina (Mota et al., 2021).

La participación de sustancias excitadoras, como dopamina y noradrenalina, e inhibitoras como ácido gamma-aminobutírico y serotonina, refleja un predominio en la actividad del sistema nervioso simpático o parasimpático, respectivamente. La dopamina, en concreto, se asocia con emociones positivas como la recompensa las cuales son procesadas por estructuras corticales como la corteza prefrontal medial, corteza cingulada anterior y corteza olfativa, además de estructuras subcorticales como la amígdala, el hipocampo y el cuerpo estriado. Cuando se producen situaciones donde la concentración de dopamina se ven reducidas se asocian a patologías como la ansiedad crónica, en cambio cuando esta concentración se ve aumentada, junto con la serotonina y noradrenalina, se relaciona con situaciones positivas como el juego o el deporte (Mota et al., 2021).

En resumen, podemos concluir que el origen de las expresiones faciales tiene lugar por la decodificación, mediante conexiones entre el sistema límbico en el sistema nervioso central, de todos los estímulos externos, respondiendo así con emociones positivas o negativas, las cuales son mediadas por sustancias como la oxitocina que genera cambios motores en los músculos faciales. (Mota et al., 2021).

6.1.2. Herramienta de comunicación de estados internos.

Actualmente, se sigue discutiendo si los animales no humanos sienten y comunican estos estados internos, ejerciendo así, las expresiones faciales, un papel social. O si, sin embargo, únicamente expresan respuestas involuntarias, codificadas por el sistema nervioso, ante estímulos externos del ambiente en el que viven para su mera supervivencia, como sería el caso de la depredación y la jerarquía, basándose en la adaptación y evolución.

Las expresiones faciales son más compatibles con el comportamiento innato que muchos otros comportamientos. Precisamente, Darwin eligió esta herramienta porque, si en los humanos hay emociones primarias, como el llanto de un bebé, o la risa, que se exteriorizan mediante las expresiones faciales, en los animales también existía la probabilidad (de Waal, 2011).

Los estados emocionales pueden definirse como una respuesta mediada, en su conjunto, por un grupo de sistemas: cognitivo, motivacional, expresivo, perceptivo, corporal y experiencial. Los cuales generan la respuesta, a partir de estímulos externos, aversivos o positivos (de Waal, 2011).

En adición, según la definición de Panksepp (1994, 1998), las emociones “son procesos que probablemente hayan evolucionado a partir de mecanismos básicos que dieron a los animales la capacidad de evitar daños o castigos y buscar recursos valiosos o recompensas”.

Una cuestión importante planteada sobre las emociones, es si son causa o consecuencia de los comportamientos asociados a ellas. Estos comportamientos engloban las expresiones faciales, vocalizaciones y manifestaciones fisiológicas. En este sentido, Darwin compartía la certeza de que el comportamiento es una parte o causa de la emoción. Por otro lado, William James (1884), psicólogo estadounidense reconocido, afirmaba su teoría de que la dirección de la causalidad es la contraria: “Siento miedo porque huyo del oso, no corro porque tengo miedo”. En la revisión de Anderson y Adolfo (2014), opinan que las respuestas a los estímulos emocionales son mediadas por estados centrales, los cuales son expuestos por esos estímulos, en otras palabras, que los sentimientos son una causa. Aunque no se sabe si los animales tienen una percepción

subjetiva de esos estados, es decir, si son conscientes de las respuestas evocadas por sus estados internos (Anderson y Adolfo, 2014).

La presencia de sentimientos puede evaluarse por medio de un informe verbal, lo cual únicamente se puede abordar en estudios en humanos, ya que los animales no son capaces de describir verbalmente que tienen tales sentimientos y afirmar que son conscientes de ellos. Aunque, partiendo de las similitudes evolutivas, en las expresiones emocionales de humanos y otros animales, además de que los humanos también experimentan sentimientos de los que no son conscientes, no se puede descartar que los animales no humanos presenten una percepción subjetiva de las emociones (Anderson y Adolfo, 2014).

Asimismo los humanos y demás especies pueden responder de manera similar ante circunstancias similares, por lo que las emociones experimentadas durante esa respuesta seguramente sean parecidas. Por lo tanto, tampoco se puede descartar que los animales no tengan emociones mixtas, como afirma el Oxford Companion to Animal Behaviour (de Waal, 2011).

Como se ha comentado, los animales y las personas pueden expresar sentimientos similares, pero la forma en la que los expresan es diferente dependiendo de la especie de la que se trate. De igual forma, expresiones homólogas pueden tener significados diferentes (de Waal, 2011). Por ejemplo, en la Figura 1 vemos a una persona enseñando los dientes, que indica risa; un chimpancé con el mismo gesto, que indicaría miedo; y un perro enseñando los dientes, que mostraría agresividad.



Figura 1. Dog Language: An Encyclopedia of Canine Behaviour (Abrantes,R., 1997, pp.276).

El reconocimiento de emociones a lo largo del tiempo se ha atribuido a especies con expresiones faciales complejas, como los chimpancés, aunque la capacidad de transmitir información y mediar comportamientos afiliativos puede estar presente en otros animales sociales,

caracterizados por vivir en grupos sociales estables y tener un sistema visual muy desarrollado, como por ejemplo perros, caballos y ovejas. Esta capacidad de expresar y percibir emociones es importante para que los animales puedan adaptarse al medio que les rodea aumentando sus probabilidades de supervivencia. Aunque investigaciones recientes han mostrado que, además de la supervivencia basada en interacciones intragrupal, la capacidad cognitiva social también tiene como objetivo mantener interacciones evolutivas interespecies, como por ejemplo, los perros domésticos, que son capaces de diferenciar información recibida por personas a través distintas señales. Además, la aptitud para comunicar y percibir depende de los comportamientos específicos de cada especie. El hecho de poder comprender y reaccionar ante expresiones faciales se consigue a través de combinaciones de señales como el movimiento de oídos, boca, labios, dilatación de las pupilas, cantidad de esclerótica visible, movimiento de músculos que rodean los ojos, entre otros (Ferretti y Papaleo, 2019).

El interés de interpretar las expresiones faciales en los animales surge de la intención de mejorar el bienestar de los animales y de los humanos. Ya que éstas son la base de la interacción social entre los animales y, a su vez, de éstos con los humanos, puesto que son respuestas involuntarias que sirven como forma de comunicación no verbal de sus emociones, comportamientos e intenciones (Mota et al., 2021). Además el bienestar animal es un aspecto que compete a la sociedad en general, donde incluimos el cuidado de mascotas, la ganadería y la agricultura, estudio de biociencias, mantenimiento de la fauna y efectos antropogénicos en especies silvestres, entre otros ejemplos (Descovich et al., 2017).

En lo referente a los cambios faciales, se pueden distinguir unos estados afectivos específicos, considerados primarios: miedo, felicidad, tristeza, dolor y neutralidad; y dependiendo del estímulo recibido la respuesta será diferente en cada caso (Mota et al., 2021).

Dentro de la especie canina, se ha demostrado que los perros domésticos son mejores, en comparación con otras especies, para detectar, discriminar y responder a los comportamientos comunicativos humanos. Esto puede ser consecuencia de la domesticación, es decir, a través de la selección y adaptación de la especie. Estos animales tienden a seguir mejor las señales visuales, como gestos o expresiones faciales, antes que las señales verbales. Por lo tanto, los perros pueden diferenciar visualmente determinadas expresiones faciales humanas y como resultado, comportarse diferente, por ejemplo, desviando la mirada, iniciar acercamiento, recuperación o localización de objetos. Por lo tanto, los perros son sensibles a la expresión emocional humana, lo cual se debe tener en cuenta en el entorno experimental y práctico, como sería en el ámbito de la clínica o durante la educación de una mascota (Ford, Guo y Mills, 2019).

Por otro lado, también ha sido evaluada, numerosas veces, la atribución de emociones a perros por parte de sus dueños. De hecho, los humanos tienen mayor capacidad de reconocer emociones en perros que al contrario, independientemente de su experiencia con ellos. Tiene explicación debido a homologías evolutivas en las dos especies, como ciertas estructuras cerebrales responsables del comportamiento emocional en los mamíferos, como por ejemplo similitudes en patrones de expresión emocional. En la evaluación realizada por Konok, Nagy y Miklósi (2015), se concluye que los humanos interpretan las emociones de sus perros de forma parecida a las suyas, esto se puede deber a varios factores: antropomorfismo, homología entre las dos especies o la domesticación. Lo cual ayuda a garantizar el bienestar animal, ya que demuestra que los seres humanos perciben las emociones de los animales, y esta interpretación es una herramienta eficiente en la medición del bienestar animal (Konok, Nagy y Miklósi, 2015).

En un estudio realizado por Bloom y Friedman (citado en Mota et al., 2021) se definieron emociones como felicidad, tristeza, sorpresa, disgusto, ira y miedo a través de la capacidad de un grupo de personas, sin previa experiencia, que identificaron expresiones faciales en perros en presencia de estímulos positivos y negativos. Como resultado, se obtuvieron conjuntos de reacciones en la expresión facial del grupo de perros que se relacionó con determinadas emociones, antes enumeradas (Mota et al., 2021).

El hecho de que se identifiquen emociones en otros individuos es la base de la empatía, la cual es un mecanismo de percepción-acción que permite que el observador pueda conocer el estado interno del otro individuo. Este hecho se conoce como contagio emocional y forma parte de la comunicación emocional. Cuanto más similares sean los individuos, más fácil será la comunicación entre ellos. Este suceso se ha estudiado, por ejemplo, en la respuesta aumentada al dolor en ratones que observaban a otros ratones con dolor. Por otro lado, en simios, se ha valorado el concepto del consuelo, en forma de aseo, brazos, besos, entre otros (de Waal, 2011).

En los animales, la percepción de las expresiones en otros ante situaciones adversas, puede propagar la alarma para poder esconderse o huir. Esta acción es importante en animales gregarios, para que todos los miembros del grupo actúen en conjunto, siendo estas acciones coordinadas (de Waal, 2011).

Por lo tanto, la evaluación de las expresiones faciales, junto con los cambios de comportamiento, tienen la capacidad de mostrar experiencias emocionales y dar información útil sobre los estados internos de los animales, además de ser una herramienta útil para la percepción del dolor o situaciones estresantes, y esto, a su vez, tiene un valor clínico relevante.

6.1.3. Indicadoras de dolor.

La medición del dolor en los animales sigue siendo actualmente un campo en el que aún quedan cuestiones por desarrollar. Muchos veterinarios coinciden en que el uso de analgésicos en la clínica veterinaria está infrautilizado debido a la falta de conocimiento sobre el dolor en los pacientes. Lo que puede deberse a una inadecuada evaluación del dolor, por no tener herramientas suficientes o apropiadas para detectarlo (Mogil et al., 2020).

La Asociación Internacional para el Estudio del Dolor definió el dolor, en el año 2020, como: “una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada con, o similar a la asociada con, daño tisular real o potencial”. Para desarrollar esta definición se tuvieron en cuenta varias reflexiones sobre el dolor: es una experiencia personal influenciada por factores biológicos, psicológicos y sociales; el dolor y la nocicepción son fenómenos diferentes, ya que no puede ser inferido solamente por la actividad de las neuronas sensoriales; los individuos aprenden el concepto de dolor a través de las experiencias de vida desde que nacen; si una persona o animal manifiesta una experiencia dolorosa, ésta debe ser respetada; aunque el dolor usualmente cumple una función adaptativa, puede tener efectos adversos sobre la funcionalidad y el bienestar social y psicológico; y por último, una de las maneras para expresar dolor es mediante la verbalización, pero que un individuo no pueda comunicar su dolor mediante descripción verbal no niega la posibilidad de que un humano o animal experimente dolor (Raja et al., 2020).

En humanos se utilizan escalas verbales para categorizar el dolor, pero existen situaciones en las que este tipo de comunicación no es posible, como en el caso de pacientes inconscientes o bebés. Debido a estas situaciones se empezó estudiar las escalas de muecas, que después se desarrollaron en animales de laboratorio, como los ratones. Por lo tanto, la identificación y categorización de determinadas expresiones faciales en los animales es una herramienta muy útil para evaluar el dolor de los animales en el campo de la veterinaria (Mogil et al., 2020). Ya que la descripción verbal es uno de los muchos mecanismos para expresar el dolor y la incapacidad de comunicarse verbalmente no quita la evidencia de que un animal no humano experimente dolor (Raja et al., 2020).

Para una mejora del manejo del dolor en los pacientes dentro de la medicina veterinaria habría que evaluar una experiencia subjetiva, como es el dolor, de una forma objetiva, para así poder administrar un tratamiento analgésico adecuado en cada caso. Y con esto, conseguir los objetivos de bienestar animal, ya que una de las funciones de los veterinarios es aliviar el dolor y el sufrimiento de sus pacientes (Hernández et al., 2019).

La nocicepción es una experiencia que incluye componentes somatosensoriales, cognitivos y emocionales. Los mecanismos fisiológicos de la nocicepción son similares en los mamíferos, los cuales pueden sufrir dolor, como seres sintientes. En este proceso, primero, se recibe el estímulo de dolor a nivel periférico, para después conducirlo al sistema nervioso central (tálamo y corteza cerebral), donde se procesa e integra la información. A nivel de la lesión, se elabora una respuesta inflamatoria que incluye la liberación de sustancias como la histamina y prostaglandinas. Este mecanismo lo siguen de la misma manera los humanos, para reconocer, conducir y modular el dolor (Hernández et al., 2019).

Además, el dolor puede provocar alteraciones fisiológicas, como el aumento de la frecuencia cardíaca, y alteraciones de comportamiento, como inquietud. Debido a esto, existen diferentes criterios de medición del dolor, como los parámetros fisiológicos y mediadores químicos, cambios en el comportamiento e identificación de expresiones faciales. Sin embargo, mediante la medición de un solo parámetro no podemos evaluar el dolor de manera eficaz, además de que cada parámetro afecta de forma diferente a cada especie o, incluso, a cada individuo. Por lo que, lo más lógico sería utilizar la combinación de varios factores para obtener un diagnóstico más fiable (Hernández et al., 2019).

El objetivo de la analgesia durante un procedimiento quirúrgico es prevenir los riesgos que pueden suceder en el periodo de recuperación, el cual durará menos tiempo, además de evitar un sufrimiento innecesario para el paciente. Esto se puede conseguir con una correcta evaluación del dolor, pudiendo así aplicar analgesia preventiva, es decir, antes de que aparezca la sensación de dolor en el paciente (Hernández et al., 2019).

Las escalas faciales han demostrado ser una herramienta útil para la identificación del dolor. Por eso se han desarrollado sistemas de codificación facial específicos para cada especie, mediante los cuales se puntúan las expresiones, identificando movimientos de músculos faciales de contracción y relajación, y regiones de la cara que cambian si sienten dolor, como movimientos de ojos, nariz, mejillas, boca, orejas y bigotes. A partir de estos cambios se clasifican las unidades de acción facial. Para después, puntuar objetivamente, a partir de imágenes o in situ en persona, estados de dolor ocasionados por diferentes situaciones. Identificando así la presencia o ausencia del dolor, su intensidad, y orientando hacia qué método de actuación escoger (Cohen y Beths, 2020).

Por lo tanto, el manejo del dolor, durante un tratamiento médico o quirúrgico, es una herramienta relevante que debe estar integrada en la medicina veterinaria, mediante el uso de parámetros objetivos que cuantifican la gravedad del dolor percibido por el paciente. Asimismo,

la importancia de la evaluación del dolor ha llevado al diseño de sistemas especializados para evaluarlo en distintas especies, como es el caso de las escalas de expresiones faciales (Hernández et al., 2019).

6.2. Origen de las escalas faciales.

En este apartado se plantea el origen de las escalas faciales y el porqué del reciente crecimiento en su estudio. Las escalas faciales nos ofrecen la oportunidad de evaluar el bienestar de los animales de forma no invasiva, y diferenciar sus estados internos como el dolor, miedo, estrés o ansiedad (Mota et al., 2021).

La evaluación de las expresiones faciales surgió de la necesidad de medir el dolor en individuos que no pueden comunicarse verbalmente, como los bebés o personas con diferentes patologías que les incapacitan para informar sobre el dolor que sienten (Mogil, et al., 2020).

Este interés tiene origen durante la década de los 70, cuando Ekman y Friesen (1978) desarrollaron el Sistema de Codificación de Acción Facial (FACS), en el que clasifican movimientos faciales humanos. Obtuvieron 44 movimientos de músculos faciales que se reconocen como Unidades de Acción, los cuales se relacionan con diferentes expresiones que indican emociones específicas, como el dolor. Estas Unidades de Acción se identificaron, mediante la grabación en cámara lenta, por observadores certificados para este sistema (Mogil, et al., 2020).

Asimismo, las primeras investigaciones sobre la medición del dolor en neonatos fueron realizadas por Grunau y Craig en 1987, creando así el Sistema de Codificación Facial Neonatal, teniendo en cuenta las expresiones faciales que presentan los recién nacidos al hacerles la punción en el talón para extraerles sangre. Obteniendo movimientos faciales como: abultamiento de las cejas, compresión de los ojos, marcado del surco naso-labial, separación de labios y lengua tensa (Mogil, et al., 2020).

Sin embargo, la medición del dolor en animales sigue siendo compleja, y es una de las bases del diagnóstico en la medicina veterinaria, además, de un tema relevante en la investigación biomédica. La preocupación de los veterinarios sobre el reconocimiento del dolor, viene de encuestas donde se muestra la infrautilización de los analgésicos en las mascotas, y, especialmente, en los gatos. Esto se debe, sobre todo, a la falta de conocimiento sobre farmacología y de herramientas eficaces y de fácil aplicación para la evaluación del dolor (Mogil, et al., 2020).

Debido a la notoriedad de poder medir el dolor mediante expresiones faciales en humanos, se decidió desarrollar escalas faciales en animales. Para esto, partieron del descubrimiento del contagio emocional en los ratones, lo cual lleva a pensar que para que haya este contagio, se necesita percibir la emoción del otro animal mediante la percepción de expresiones faciales u otros movimientos corporales. Para comprender el contagio de la sensación de dolor, entre estos animales, se desarrollaron las escalas faciales en ratones. Donde se exponen movimientos como cambios de posición de las orejas, los bigotes, la nariz y la forma de los ojos (Mogil, et al., 2020).

Revisiones sobre el uso de las escalas faciales han evidenciado una progresión rápida que ha facilitado el desarrollo de más escalas en otras especies como: conejo, gato, perro, caballo, vaca, cerdo, oveja, entre otros (Mogil, et al., 2020). Y a partir del desarrollo de estas escalas, se han hecho diferentes estudios sobre la asociación entre los estados emocionales y las expresiones conductuales, confirmando así, la relación entre determinadas expresiones faciales con estados internos positivos o negativos.

6.3. Unidades de Acción.

Las Unidades de Acción (UA) se utilizan en los diferentes sistemas de codificación facial, para clasificar determinados movimientos de regiones faciales, y así identificar sus correspondientes expresiones emocionales (Mogil, et al., 2020).

Los primeros sistemas utilizaron fotografías para determinar las distintas Unidades de Acción. Por ejemplo, los relacionados con el dolor humano más relevantes serían: descenso de cejas (AU 4), elevador de mejillas (AU 6), tensor de párpados (AU 7), arrugador de nariz (AU 9), elevador de labio superior (AU 10), estiramiento horizontal de la boca (AU 20) y cierre de ojos (AU 43) (Chambers & Mogil, 2015; Prkachin, 2009). Aunque el dolor produce una expresión característica que, a priori, es inconsciente, en las personas puede llegar a modularse debido al factor social, modificando así la expresión facial delante de otras personas (Mogil et al., 2020).

Esto también ocurre en los animales, pudiendo modular su expresión debido a las interacciones sociales, ya que como se ha comentado anteriormente, las expresiones faciales tienen un fin comunicativo. En este sentido, el gesto de dolor tiene el propósito de advertir de un peligro. Por ejemplo, en el caso de animales que son presas, como los ratones, pueden inhibir la mueca para ocultarlo a los depredadores, durante un cierto tiempo (Mogil, et al., 2020). Sin embargo, estudios en primates confirman que las expresiones faciales están sometidas a un

menor control voluntario en comparación con los comportamientos motores, tratándose así de señales fiables de estados emocionales internos. Ya que un indicador de un estado emocional interno debe ser independiente del contexto (Boissy et al., 2007).

Dependiendo de la especie que se trate habrá un número específico de Unidades de Acción, algunos movimientos son comunes en diferentes animales, como la apertura orbital, pero otros varían, como por ejemplo, las áreas de la nariz, que en el caso de las ratas y los conejos la aplanan cuando sienten dolor, mientras que los hurones abultan esa zona. Es por ello que cada especie necesita un sistema propio (Cohen y Beths, 2020).

Para puntuar estas Unidades de Acción y así obtener las escalas, se utiliza, mayoritariamente, tres puntuaciones: 0 (unidad de acción ausente), 1 (moderadamente presente o no hay certeza de su presencia) y 2 (marcadamente presente). Cuando se tiene la puntuación asociada a cada unidad, se suman y se obtiene una puntuación total. A partir de la cual se determina si el animal siente o no dolor, la intensidad del dolor y si se debería intervenir mediante la administración de analgésicos u otras opciones, como la eutanasia humanitaria, en el caso de animales de investigación (Cohen y Beths, 2020).

6.4. Escalas faciales en diferentes especies.

Como se ha mencionado en varias ocasiones a lo largo de la revisión, es necesario que cada especie animal tenga un sistema de codificación facial diferente. Ya que, para que las escalas sean una herramienta útil y fiable, que comunica diferentes estados, es necesario que sea característica de cada animal, desarrollándose así distintas escalas especializadas.

6.4.1. Animales de laboratorio

La investigación biomédica y veterinaria utiliza especies como ratas, ratones y conejos para el desarrollo de diversos estudios, como, por ejemplo, la acción de fármacos como los analgésicos. Para verificar la eficacia de estos analgésicos es necesario comprobar la acción que tienen en estos animales. Por lo que se puede observar comportamientos, en los que se incluyen las expresiones faciales, para identificar muecas de dolor y ver en qué medida desaparecen tras administrar los fármacos ensayados (Mogil, et al., 2020).

Además, el uso de animales en la investigación requiere que se reduzca al mínimo el dolor, estrés y sufrimientos de éstos. Por lo que, por motivos éticos y legales, es necesario que el personal que trabaja con estos animales, reconozca precozmente cualquier signo de dolor, estrés y

sufrimiento derivado de los procedimientos realizados, para garantizar su bienestar y así aplicar medidas correctoras (Arce et al., 2020).

Las escalas Grimace en los ratones tienen origen en el desarrollo de un estudio sobre el contagio emocional en estos animales. A través de la observación del comportamiento de un ratón, incluyendo sus movimientos corporales y faciales, pudo comprobarse que era capaz de detectar las expresiones de dolor de sus congéneres. Para ello hubo que identificar y clasificar previamente estos movimientos (Mogil, et al., 2020).

La escala de expresiones faciales en ratones se elaboró a partir de imágenes tomadas tras la administración de ácido acético a algunos de ellos. Donde se incluían movimientos faciales ya identificados en el Sistema de Codificación Facial Neonatal como protuberancia en la nariz y mejillas. A estos se le añadieron Unidades de Acción específicas de esta especie como la posición de los bigotes y de las orejas, y cambios en el tamaño de la hendidura palpebral. Para, al fin, obtener cinco Unidades de Acción, las cuales se puntúan con 0 (Unidad de Acción no presente), 1 (moderadamente presente) y 2 (claramente presente) (Mogil, et al., 2020).

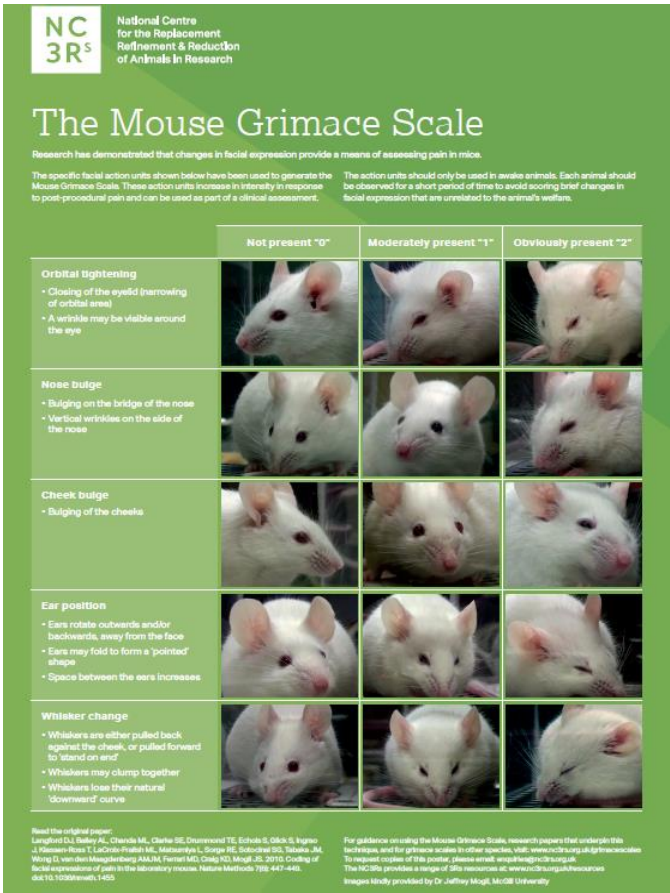


Figura 2. Coding of facial expressions of pain in the laboratory mouse. (Langford, D.J., Bailey, A.L., Chanda, M.L., Clarke, S.E., Drummond, T.E., Echols, S., Glick, S., Ingrao, J., Klassen-Ross, T., LaCroix-Fralish, M.L., Matsumiya, L., Sorge, R.E., Sotocinal, S.G., Tabaka, J.M., Wong, D., van den Maagdenberg A.M.J.M., Ferrari, M.D., Craig, K.D., Mogil, J.S., 2010, pp.447-449).

En la Figura 2 se ve que los ratones presentan dolor cuando tienen los ojos casi cerrados, la nariz y las mejillas abultadas, las orejas dirigidas hacia los laterales y más separadas entre sí y los bigotes se encuentran hacia atrás, pegados a las mejillas, o hacia delante, más tensos y perdiendo su curvatura.

Un año después de la publicación de la escala de ratones en 2010, se publicó la de ratas. (Figura 3) Tanto la *Mouse Grimace Scale* (MGS) como la *Rat Grimace Scale* (RGS) han sido elaboradas por el *National centre for there placement, refinement, and reduction of animals in research* de Reino Unido. Ambas se evalúan de similar manera, categorizando las mismas muecas, pero en vez de abultamiento de la nariz y mejilla, la cuarta UA en ratas es el aplanamiento de la nariz/mejilla (Arce et al., 2020).

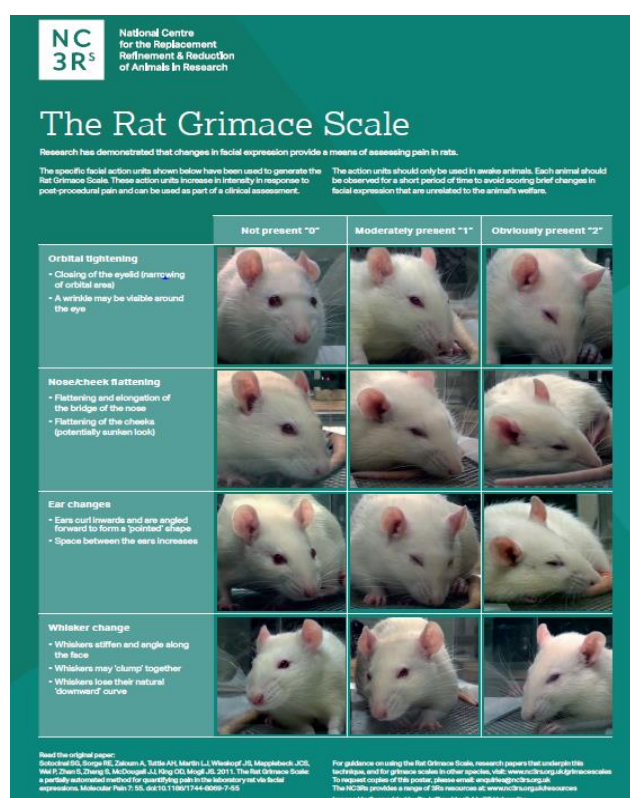


Figura 3. The Rat Grimace Scale: a partially automated method for quantifying pain in the laboratory rat via facial expressions. (Sotocinal, S.G., Sorge, R.E., Zaloum, A., Tuttle, A.H., Martin, L.J., Wieskopf, J.S., Mapplebeck, J.C.S., Wei, P., Zhan, S., Zhang, S., McDougall, J.J., King, O.D., Mogil, J.S., 2011).

En la Figura 3 las muecas que muestran dolor en las ratas son el cierre de los ojos, aplanamiento de la nariz y mejillas, las orejas se inclinan hacia delante dándoles forma puntiaguda y los bigotes se tensan y se posicionan a lo largo de la cara.

Además de los roedores, también se ha desarrollado una escala para los conejos, los cuales también tienen comportamiento de presa que hace que oculten las señales de dolor, como las expresiones faciales, como mecanismo de defensa. Siendo así, en estos animales, más difícil de identificar estas muecas a no ser que se trate de un dolor severo (Arce et al., 2020). En este caso, también se utiliza como Unidades de Acción la hendidura palpebral, la cual disminuye en presencia de dolor; el aplanamiento de las mejillas; los bigotes, que se alejan de la cara, poniéndose en punta y dirigiéndose hacia abajo; y la posición de las orejas, las cuales toman una forma cilíndrica, rotan hacia caudal y se pegan al cuerpo del animal. Además se incluyen, otra específica de los conejos, la forma de la fosa nasal, la cual pasa de estar en forma de “U” a “V”.

(Figura 4)

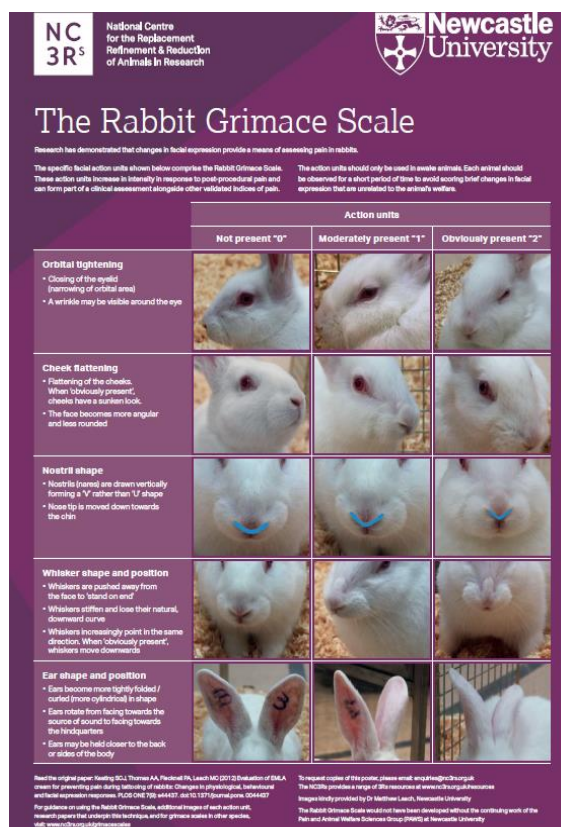


Figura 4. Evaluation of EMLA cream for preventing pain during tattooing of rabbits: Changes in physiological, behavioural and facial expression responses. (Keating, S.C.J., Thomas, A.A., Flecknell, P.A., Leach, M.C., 2012)

Después de la publicación de estas escalas iniciales, se comenzaron a desarrollar y a aplicar más para otras especies como: gato, caballo, perro, vaca, cerdo, oveja, hurón y foca (Mogil, et al., 2020). Algunas de las cuales se verán a continuación.

6.4.2. Gatos.

Es un hecho que el tratamiento con analgésicos en gatos es menos frecuente que en perros. Se debe principalmente a la dificultad del reconocimiento y evaluación del dolor en estos animales. A esto se le suma la falta de herramientas y formación para valorarlo. Es por eso que la Université de Montréal ha desarrollado una escala de muecas específica para el gato doméstico (Evangelista et al., 2019). (Figuras 5, 6 y 7)

El estudio de la musculatura facial del gato doméstico se llevó a cabo con un grupo control de gatos, que sentían dolor o no, los cuales fueron grabados, con una metodología parecida a los animales de laboratorio. Después se les administró analgesia a los que la necesitaban y se volvieron a grabar. De estos vídeos se sacaron fotogramas, se analizaron por observadores entrenados e identificaron cinco Unidades de Acción: posición de las orejas, tensión de los ojos, tensión del hocico, posición de los bigotes y posición de la cabeza. Se midieron distancias entre las regiones de orejas, ojos y hocico y se clasificaron en distintas puntuaciones, al igual que en la MGS, con 0, 1 y 2. Y en caso de no verse la Unidad de Acción no se podría puntuar. Para posteriormente sumar las puntuaciones de todas las unidades hasta poder llegar a un valor máximo de 10 (Evangelista et al., 2019).



Figura 5. Facial expressions of pain in cats: the development and validation of a Feline Grimace Scale. (Evangelista, M.C., Watanabe, R., Leung, V.S.Y., Monteiro, B.P., O'Toole, E., Pang, D.S.J., Steagall, P.V. 2019).

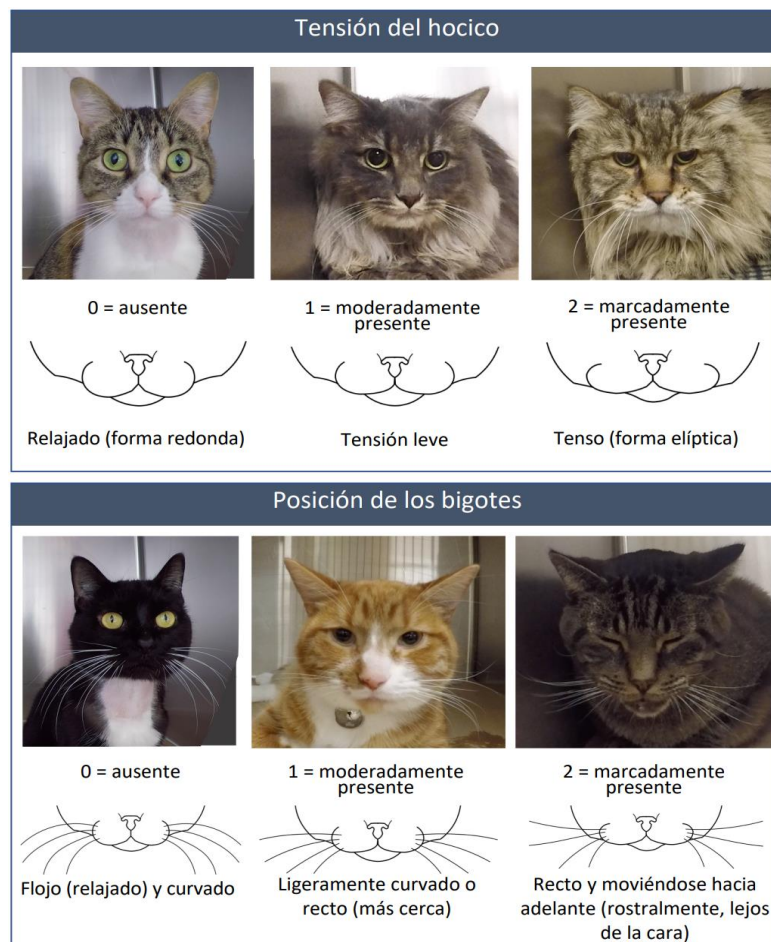


Figura 6. Facial expressions of pain in cats: the development and validation of a Feline Grimace Scale. (Evangelista, M.C., Watanabe, R., Leung, V.S.Y., Monteiro, B.P., O'Toole, E., Pang, D.S.J., Steagall, P.V. 2019).

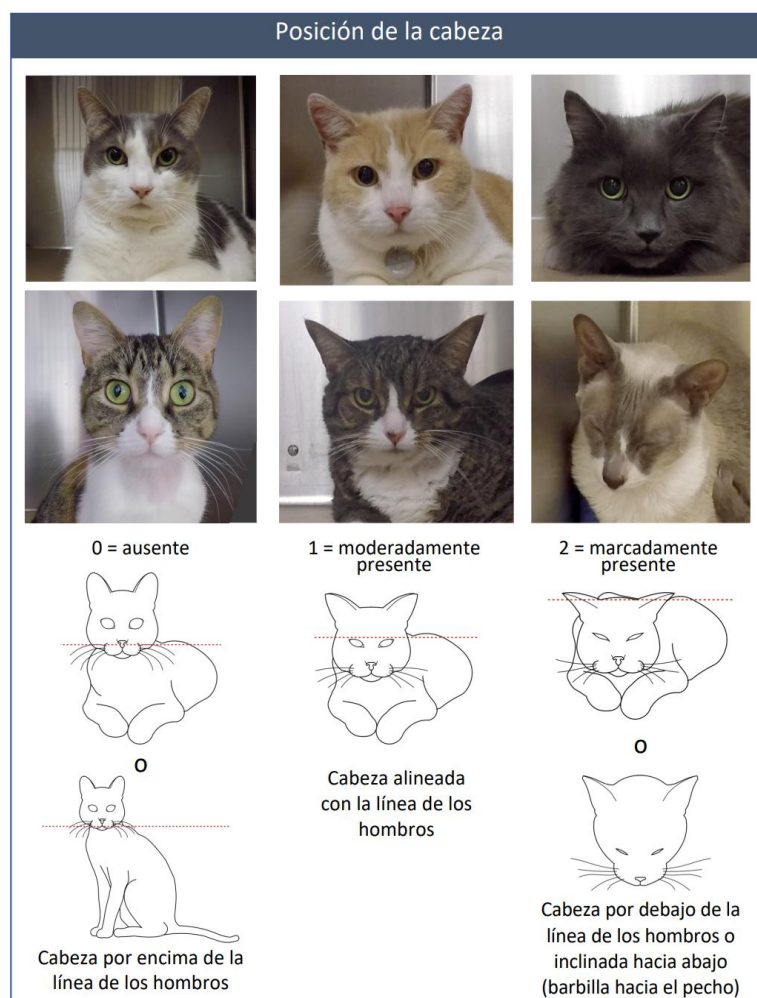


Figura 7. Facial expressions of pain in cats: the development and validation of a Feline Grimace Scale. (Evangelista, M.C., Watanabe, R., Leung, V.S.Y., Monteiro, B.P., O'Toole, E., Pang, D.S.J., Steagall, P.V. 2019).

En el caso que el gato no presente dolor o sea un dolor leve mostraría las orejas hacia delante, ojos abiertos, hocico y bigotes relajados, y cabeza sobre la línea de los hombros. Si siente dolor de leve a moderado se ven las orejas un poco separadas, los ojos parcialmente abiertos, el hocico más o menos tenso, los bigotes entre curvos y rectos y la cabeza alineada con los hombros. Y por último, si el animal presenta dolor de moderado a severo, se observan las orejas aplanadas y rotadas hacia afuera, los ojos casi cerrados, hocico tenso, los bigotes tensos y dirigidos hacia delante y la cabeza por debajo de la línea de los hombros o inclinada hacia abajo (Evangelista et al., 2019).

Durante el desarrollo de la Feline Grimace Scale también se estudió la validez de la escala y su utilidad en la clínica veterinaria para el correcto diagnóstico del dolor agudo. Demostrando fiabilidad interobservadores, capacidad discriminativa y alta correlación con otros sistemas validados de puntuación de dolor. Dando la posibilidad de determinar el punto de corte de la

analgesia de rescate (mayor a 4), ya que detecta la respuesta al tratamiento analgésico (Evangelista et al., 2019).

La Université de Montréal ha creado una página web en la que explican resumidamente cómo realizaron el proyecto, el por qué y el objetivo. También se ha elaborado una *app* (Figura 8), llamada *FelineGrimaceScale* (FGS), que te permite evaluar a un gato en tiempo real. Para ello, existe una ventana donde se encuentran diferentes recursos con información sobre el desarrollo de la escala y las diferentes Unidades de Acción. También se pueden poner a prueba los conocimientos aprendidos, con varios ejemplos de fotos de gatos, las cuales se pueden valorar y, luego, comprobar si el resultado obtenido es el correcto, según los desarrolladores de la *app*. En otro apartado está la opción de valoración, junto a indicaciones para saber cómo realizarla, en la que se muestran las distintas UA, con ejemplos de fotos, donde se puede seleccionar la puntuación que consideres. Al final, señala la puntuación obtenida, a partir de la selección hecha anteriormente, y muestra distintas sugerencias, según a quién esté destinado, no veterinarios o profesionales de la salud veterinaria. Si el puntaje total marca más de 4, sobrepasa el valor de corte para administrar analgesia, aunque si el veterinario no está conforme puede esperar 15 minutos para reevaluar al animal. Esto ayuda a la medicina veterinaria a mejorar el manejo del dolor, aunque según los autores de la FGS, es una herramienta que puede ser utilizada por propietarios de gatos, estudiantes de veterinaria, auxiliares, además de los profesionales veterinarios (Evangelista et al., 2019).

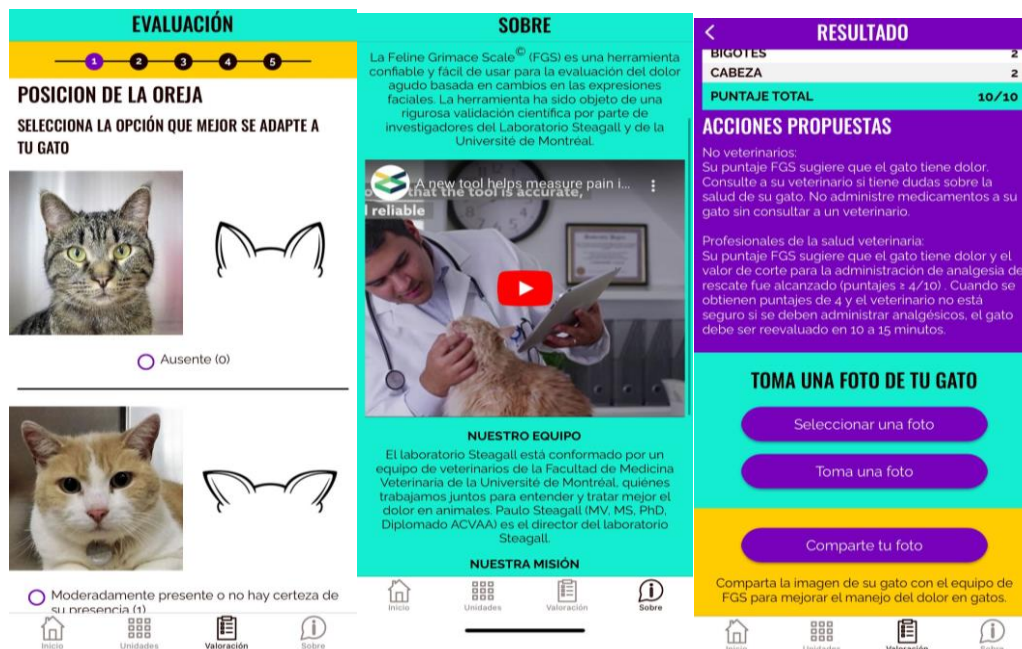


Figura 8. Captura de pantalla app Feline Grimace Scale.

6.4.3. Perros.

Las expresiones faciales en los perros también son una forma importante de comunicación, y ha tenido que ir evolucionando a lo largo de la historia debido a la domesticación. Estas muecas también codifican diversas Unidades de Acción, que incluyen la posición de las cejas, las orejas, la abertura de la boca y los ojos, entre otras. Debido a esta relación de los perros con los humanos, la evaluación del dolor en estos animales es más compleja, porque el factor de subjetividad es más significativo. Y por lo tanto no ha sido posible el desarrollo de una escala de muecas para esta especie hasta ahora (Mota et al., 2021).

El Sistema de Codificación Facial en animales incluye esta especie, pero es una herramienta para identificar movimientos faciales, no un etograma de las expresiones, es decir que no hacen referencia a los estados internos de los animales, como se indica en la página web de *animalfacts*. Además, incluye un manual para saber cómo usar el sistema y una serie de cuestionarios para obtener una certificación y así poder aplicarlo. Estos sistemas de codificación se basan en la investigación de Ekman y Friesen (1978) sobre el sistema FACS utilizado en humanos. (DogFACS)

A partir del DogFACS se han realizado diferentes estudios que demuestran que es una herramienta útil a partir de la cual se pueden identificar los estados emocionales de los perros, como alegría, enfado, miedo o dolor. Por lo que los perros muestran determinados movimientos faciales según el estímulo percibido y las personas pueden reconocerlos (Mota et al., 2021).

En definitiva, existen otras escalas que sirven para el manejo clínico del dolor en los perros, pero, en la actualidad, no hay testimonios que relacionen regiones específicas de la musculatura facial de los perros con el grado de dolor padecido. Por lo que se utilizan otras escalas de muecas, como la FelineGrimaceScale, a la que se le añaden movimientos característicos de la especie como cambios en los labios y en las cejas, para ayudar a identificar la intensidad del dolor en perros (Mota et al., 2021).

6.4.4. Caballos.

En los caballos también existe la dificultad para valorar el dolor, ya que al igual que las demás especies no tienen la capacidad de comunicarse verbalmente con las personas para expresar su estado interno. Además, se trata de una especie que tiene comportamiento de presa, por lo que la exhibición de signos de dolor puede inhibirse ante la presencia de posibles depredadores (Dalla et al., 2014).

Hay diferentes escalas de valoración de dolor en caballos que se basan en cambios en el comportamiento, pero se relacionan con conductas relacionadas con dolor muy intenso, como serían los casos de cólicos o laminitis. Pero no para evaluar el dolor de leve a moderado durante el postoperatorio, como en procedimientos rutinarios como la castración. En estos casos se ha visto también la infrautilización de la analgesia (Dalla et al., 2014).

En cirugías de castración de caballos se ha demostrado que el dolor puede durar varios días, por lo que sería necesario una evaluación del dolor para un adecuado tratamiento de analgesia. Es por esto, que para el desarrollo de la *Horse Grimace Scale* (HGS) se utilizaron caballos que iban a ser sometidos a castraciones (Dalla et al., 2014).

Para confeccionar la HGS se basaron en los ensayos realizados para las escalas de muecas de ratones, ratas y conejos. Se grabaron a los caballos, 8 horas antes de la cirugía y 8 horas después de la cirugía, cuando ya había disminuido el efecto de la analgesia y la sedación. De esas grabaciones se sacaron imágenes fijas cuando la cara del caballo se mostraba en la cámara con claridad, para identificar así las seis Unidades de Acción Facial específicas para estos animales, que son: orejas rígidas hacia atrás, estiramiento orbital, tensión sobre el área de los ojos, tensión en la zona de la boca, en las fosas nasales, y aplanamiento del perfil. Después unos observadores, con experiencia en caballos, puntuaron, con el mismo sistema que las demás escalas, para así comprobar y validar la escala de expresión facial en caballos (Dalla et al., 2014). (Figura 9).



Figura 9. Horse Grimace Pain Scale (HGS). (Dalla Costa, E., Minero, M., Lebelt, D., Stucke, D., Canali, E., Leach, M. C., 2014, p.5).

Por lo tanto, esta escala tiene la ventaja de ofrecer seguridad a los veterinarios que tienen que evaluar el dolor en animales grandes, ya que, en principio no necesitaría acercarse al animal para palparlo, valdría con observar desde la distancia. Además puede utilizarse después de un entrenamiento básico, mediante el manual de la escala, para profesionales, propietarios y encargados de los establos. Garantizando así una herramienta confiable, de bienestar animal y diagnóstico anticipado, aplicable en la granja (Dalla et al., 2014).

6.5. Utilidad clínica veterinaria de las escalas faciales.

6.5.1. Reconocimiento del dolor y bienestar animal.

Uno de los objetivos de las escalas de expresiones faciales en animales es evaluar el dolor o bienestar animal, práctica que es muy importante en la clínica veterinaria para garantizar un buen estado de salud en los pacientes. Puesto que garantizan un método eficaz, accesible y fácil de aplicar, para la identificación de estos estados internos, en el trabajo de la medicina veterinaria. Además de ofrecer una oportunidad para evaluar de forma no invasiva a los pacientes, también es una herramienta para que los animales que acuden a consulta tengan una experiencia no traumática y estresante, lo cual facilita el cometido de los veterinarios (Mota et al., 2021).

Referenciando el manejo del estrés en consulta, existe un programa de certificación *Fear Free*, que consiste en una formación para profesionales o estudiantes, del ámbito veterinario, el cual tiene como objetivo reducir las experiencias negativas de los animales durante las visitas a la clínica. Es beneficioso también para los clientes y para el personal, ya que si los pacientes están estresados es más complicado proporcionar una atención de calidad. Estos protocolos *Fear Free* se basan en la comunicación con el paciente, para así saber cuándo éstos muestran MAE (miedo, ansiedad o estrés) y así, poder adaptar el manejo, consiguiendo resultados mejores durante el diagnóstico y el tratamiento. Como se ha indicado, es muy importante la comunicación con el paciente para identificar diversos comportamientos y su estado emocional. Esto se hace observando el lenguaje corporal, incluyendo las expresiones faciales, como la posición de las orejas, la boca y los ojos, y así saber si el animal está relajado o en cambio presenta MAE (Fear Free, 2016).

Por ejemplo, signos indicativos de que el animal presenta MAE son: orejas hacia atrás, lamerse la comisura del labio, ceño fruncido, jadeo con la boca apretada, dilatación de pupilas, muestran los dientes, entre otros. Todo esto indica que el animal no está en condiciones para que se le haga ningún procedimiento. En cualquier caso, se recomienda el uso de un abordaje considerado y un manejo suave con todos los pacientes, incidiendo más en los que muestran MAE, con el fin de crear un ambiente tranquilo donde los animales se puedan examinar sin que experimenten MAE (Fear Free, 2016).



Lenguaje corporal y Signos de miedo, ansiedad y estrés en Gatos



Relajado	Anatomía	Estresado
Pupilas normales	Ojos	Pupilas dilatadas
Hacia adelante	Orejas	Hacia los lados; hacia atrás, pegadas a la cabeza
Parte caudal más alta que los hombros; espalda plana	Columna/ Postura	Espalda arqueada; agachado; piernas debajo del cuerpo
Por sobre la línea superior. Curva suave en U invertida bajo la línea superior; suave movimiento de ida y vuelta	Cola	Escondida; enroscada alrededor del cuerpo; movimiento potente; erizada
Cerrada	Boca	Abierta; jadeando; siseando, gruñendo, escupiendo



Lenguaje corporal y Signos de miedo, ansiedad y estrés en Perros

Relajado	Anatomía	Estresado
Relajada	Cara	Piel tensa; cejas arrugadas; labios retraídos; mandíbula tensa
Forma de almendra, pupilas normales	Ojos	Pupilas dilatadas; mirada prolongada o evitar el contacto visual
Neutras; sueltas, hacia atrás, pero no aplastadas	Orejas	Abiertas hacia los lados, pegadas a la cabeza
Flexible del cuello a la cola	Columna/Postura	Tensa o rígida
A nivel con línea superior; ligeramente arriba o abajo; meneando	Cola*	Muy por encima de la línea superior; escondida; meneando
Boca abierta o cerrada; labios y comisuras relajados	Boca	Boca cerrada; labios tensos; gruñido; levantamiento de labios; mordida

Figura 10. Fear Free Certified (2016)

Desde el punto de vista del dolor, la importancia en veterinaria de su diagnóstico ha llevado a desarrollar sistemas para evaluarlo en diferentes especies, como son las escalas de expresiones faciales. Éstas son una herramienta útil para explorar al animal de forma no invasiva y así poder aplicar un tratamiento analgésico adecuado. Se puede comprobar de esta manera que tras la

administración del medicamento las expresiones faciales del animal son diferentes (Mota et al., 2021).

6.5.2. Apoyo diagnóstico en consultas de etología.

“La etología es la ciencia que estudia el comportamiento de los animales, encargándose de describir y explicar todas y cada una de las conductas que se pueden observar en cada especie animal”. Es una especialidad de la clínica veterinaria que analiza patologías de la conducta en animales de compañía y que resultan ser un problema en la convivencia con los propietarios. Además con estos conocimientos se podrá hacer un correcto diagnóstico y un tratamiento adecuado a cada caso (García-Belenguer et al., 2022).

Cuando los pacientes acuden a la consulta veterinaria, un paso importante es la valoración del animal mediante observación de su conducta, valorando la interacción con su dueño y con el entorno, y el lenguaje corporal, incluida la expresión facial. Este examen se podría hacer en la misma consulta mientras se realiza la anamnesis o mediante vídeo, observándose en su entorno habitual. Acompañado posteriormente de la exploración general y examen neurológico, además de otras pruebas complementarias, para poder diferenciar los problemas orgánicos y etológicos (García-Belenguer et al., 2022).

Un ejemplo de problemas de comportamiento en perros, que pueden exhibirse mediante las expresiones faciales y corporales, es el miedo, mostrando la cabeza agachada, ojos abiertos con pupilas dilatadas, boca cerrada con labios retraídos, orejas hacia atrás, cuerpo encogido y cola escondida entre las patas. Esta postura se puede confundir con una señal de amenaza, donde el animal también está encogido, con la cola escondida y las orejas hacia atrás, pero hay elevación de belfos mostrando poco a poco los dientes. Finalmente esta postura puede evolucionar a una ofensiva, levantando el dorso y las orejas, y cerrando la boca, cuando el animal ha aprendido a asociar esta señal con la desaparición del estímulo aversivo. Los gatos con miedo, al igual que los perros, pueden mostrar señales contradictorias de agresividad y amenaza defensiva (García-Belenguer et al., 2022).

En consecuencia, la comunicación mediante las expresiones faciales y corporales es una herramienta de apoyo de gran utilidad para el diagnóstico etológico (García-Belenguer et al., 2022).

6.6. Limitaciones, validaciones y futuros desarrollos.

Para concluir con esta revisión, se va a proceder a sintetizar las validaciones y limitaciones más relevantes encontradas sobre las escalas de expresiones faciales. Además de dar a conocer los diferentes proyectos, más actuales o en desarrollo, que parten del estudio de estas escalas aplicadas a diferentes especies animales.

6.6.1. Validación de las escalas faciales.

La validación es un proceso que demuestra la aplicabilidad y fiabilidad de un método desarrollado para alcanzar un objetivo concreto. En el caso de las escalas faciales, los procesos de validación valoran si las muecas o rasgos faciales se corresponden con cambios internos. Dicho de otra forma, si la escala es fiable y contrastable. Por ejemplo, los resultados de la *Feline Grimace Scale* se compararon con una escala de medida del dolor ya existente y verificada, comprobando que tenían una alta correlación. Por otro lado, la fiabilidad es el error de medición de la escala, por lo que no se podrá detectar los cambios relevantes de las expresiones de dolor si este error de medición es importante (Mogil, et al., 2020). Sin embargo, diferentes artículos defienden que las escalas de muecas son repetibles y fiables entre aplicaciones, además de sencillas, por lo que se pueden aplicar en la práctica y utilizar como un método no invasivo de diagnóstico. Esto último es importante, ya que muchas de las especies utilizadas en investigación

son animales presas en la naturaleza y que tienen comportamientos que inhiben las señales de dolor (Cohen y Beths, 2020).

Otro concepto importante es la objetividad de la prueba. En este sentido, se sostiene que el sistema de puntuación de la escala de tres puntos reduce la subjetividad, ofreciendo así, a los observadores, una mayor claridad a la hora de la evaluación (Cohen y Beths, 2020).

Todo método de evaluación del dolor debe tener una sensibilidad y especificidad alta, en relación a la variable a medir, para garantizar un tratamiento adecuado (Cohen y Beths, 2020). Además, se ha de tener en cuenta que puede verse afectado por otros factores, como son el ambiente, el uso de fármacos, el sexo, la presencia de los observadores y la formación de éstos, además de considerar la especie y el estado del animal, para no confundir con otras señales como, por ejemplo, las de ansiedad (Mogil, et al., 2020). Por eso, la forma apropiada de aplicar las escalas es respetando el contexto en el que se encuentra el animal en el momento de la evaluación, su historial, además de los parámetros mencionados anteriormente (Cohen y Beths, 2020).

6.6.2. Limitaciones de las escalas faciales.

En cuanto a las limitaciones de las escalas faciales, se podría destacar que su desarrollo se ha basado en puntuaciones a partir de imágenes estáticas, por lo que, la aplicación en tiempo real, como por ejemplo en una clínica, donde la evaluación del dolor tiene que ser inmediata, se ve dificultada (Mogil, et al., 2020). En adición, cada escala es específica de la especie, ya que cada una presenta un número de unidades de acción diferentes. Y no para todas las especies se ha elaborado una escala, como por ejemplo, los perros (Cohen y Beths, 2020).

El desarrollo y uso de estas escalas ha permitido un avance en la investigación sobre el manejo del dolor tanto en el diagnóstico clínico, como en la eficacia y determinación de umbrales de intervención analgésica (Mogil, et al., 2020).

En la actualidad, no hay una única técnica que reúna todas las condiciones deseables y óptimas para la evaluación del dolor. Por eso se piensa que las técnicas de evaluación de bienestar animal o dolor se trabajan mejor en combinación. Aunque el método de las escalas de muecas ha demostrado cumplir con muchos de los requisitos que se requieren en una técnica ideal (Cohen y Beths, 2020).

6.6.3. Desarrollos futuros.

Actualmente se están elaborando sistemas automatizados de reconocimiento de expresiones faciales de dolor, fijando determinados algoritmos de inteligencia artificial para puntuar las diferentes escalas (Mogil, et al., 2020). Un ejemplo, sería la *app Feline Grimace Scale*, la cual se ha descrito anteriormente en el apartado de la escala específica para los gatos.

Otro ámbito en el que se podría trabajar, son protocolos de entrenamiento validados, para facilitar la aplicación de estas escalas, de una manera correcta, evitando la subjetividad lo máximo posible, de tal forma que hubiesen personas formadas para evaluar el bienestar animal o el dolor mediante esta técnica (Cohen y Beths, 2020). En este sentido, el programa *Fear Free*, aunque va encaminado hacia la detección del MAE, muestra los comportamientos corporales característicos de los animales, pero también incide mucho en las expresiones faciales.

En cualquier caso, es necesario seguir innovando y estudiando nuevas aplicaciones para otras especies y en otros ámbitos (Cohen y Beths, 2020).

7. Conclusiones.

- Las expresiones faciales permiten a los animales expresar estados internos, siendo conscientes de ellos o de manera instintiva, facilitando la comunicación intra e interespecífica.
- La evolución de las especies y el contacto de los animales domésticos con los humanos ha conllevado modificaciones anatómicas para mejorar la comunicación entre ellos.
- Los mismos gestos en diferentes especies pueden indicar emociones diferentes, tales como miedo, agresividad, felicidad o dolor.
- Determinadas expresiones faciales son indicadores de dolor y para ello se han desarrollado escalas de expresiones en diferentes especies para utilizarlas como herramienta de medición de este signo.
- El origen de las escalas faciales se debe a la necesidad de manejar el dolor en personas con incapacidad para comunicarse verbalmente, lo que se puede extrapolar a los animales.
- Las escalas faciales clasifican determinados movimientos faciales, denominados unidades de acción para después poder obtener una puntuación a partir de la cual se toman decisiones, como por ejemplo un tratamiento analgésico adecuado.
- Las primeras escalas de expresión facial que se elaboraron fueron las de animales de experimentación, como los ratones y ratas, a partir de las cuales se desarrollaron otras especies como el gato y el caballo. Aunque aún quedan muchas otras por elaborar, como la del perro.
- Las escalas de expresión facial son una herramienta útil en la medicina veterinaria para garantizar el bienestar animal. Lo cual puede utilizarse en otros campos como en la producción, donde el bienestar es un factor crítico para obtener productos de calidad, y también en las ciencias biomédicas, ya que el estrés contribuye a la obtención de datos poco fiables.
- En la clínica veterinaria las escalas faciales son un recurso no invasivo, realizado en el momento y que puede llevarse a cabo por los profesionales mediante un entrenamiento sencillo. Además, es un procedimiento que ayuda al diagnóstico del dolor, estudio del comportamiento, o de otros estados, lo que permite a los veterinarios realizar su trabajo y garantizar la salud de los pacientes.

8. Conclusions.

- Facial expressions allow animals to express internal states, either consciously or instinctively, facilitating intra- and interspecific communication.
- The evolution of species and the contact of domestic animals with humans has led to anatomical modifications to improve communication between them.
- The same gestures in different species may indicate different emotions, such as fear, aggressiveness, happiness or pain.
- Certain facial expressions are indicative of pain and expression scales have been developed in different species to be used as a tool to measure this sign.
- The origin of facial scales is due to the need to manage pain in people who are unable to communicate verbally, which can be extrapolated to animals.
- Facial scales classify certain facial movements, called action units, to obtain a score from which to take decisions, such as appropriate analgesic treatment.
- The first facial expression scales to be developed were those of experimental animals such as mice and rats, from which other species such as cats and horses were developed. Many others, like the dog, are yet to be developed.
- Facial expression scales are an useful tool in veterinary medicine to ensure animal welfare. This can be used in other fields such as production, where welfare is a critical factor for quality products, and also in biomedical sciences, as stress contributes to unreliable data.
- In the veterinary clinic, facial scales are a non-invasive, instantaneous resource and can be performed by professionals through simple training. In addition, it is a procedure that helps in the diagnosis of pain, behavioural studies, or other conditions, allowing veterinarians to do their jobs and ensure the health of patients.

9. Valoración personal.

Realizar este trabajo me ha proporcionado la oportunidad de investigar sobre un ámbito que me interesa y sobre el cual me gustaría profundizar a lo largo de mi carrera profesional, como es la etología. Además, de poder aprender sobre este sistema de diagnóstico, el cual no conocía antes, y que es tan novedoso, ya que se trata de un área de investigación en crecimiento.

También, su elaboración me ha servido para formarme más en la redacción de un trabajo científico, en el que es necesario el uso de un vocabulario más técnico, y el cual conlleva una búsqueda exhaustiva de fuentes fiables, sintetizando la información más relevante para lo que quería expresar en mi propia revisión.

Por último, agradecimientos a mi tutor Jorge, por su tiempo y dedicación a orientarme en la realización de mi trabajo de fin de grado.

10. Bibliografía.

Anderson, D.J. y Adolphs, R. (2014). "A Framework for Studying Emotions across Species". *Cell*, 157(1), pp. 187–200. Disponible en: [doi:10.1016/j.cell.2014.03.003](https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.03.003) [Consultado 19-01-2022].

Animal FACS: An Anatomical tool to study facial movements in animals. *DogFACS: A FACS system adapted for the domestic dog* [en línea]. Disponible en: [DogFACS | animalfacs.com](https://doi.org/10.1016/j.dogfacs.2022.03.003) [Consultado 26-03-2022].

Abrantes, R. (1997). *Dog Language: An Encyclopedia of Canine Behaviour*. Dogwise Publishing, pp. 276.

Bloom T. y Friedman, H. (2013). "Classifying dogs" (*Canis familiaris*) facial expressions from photographs". *Behavioural Processes*, 96, pp. 1-10. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2013.02.010> [Consultado 19-01-2022].

Boissy, A., Manteuffel, G., Jensen, M.B., Moe, R.O., Spruijt, B., Keeling, L.J., Wincler, C., Forkman, B., Dimitrov, I., Langbeing, J., Bakken, M., Veissier, I. y Aubert, A. (2007). "Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare". *Physiology & Behavior*, 92(3), pp. 375–397. Disponible en: [doi:10.1016/j.physbeh.2007.02.003](https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.02.003) [Consultado 18-12-2021].

Burrows, A.M., Kaminski, J., Waller, B.M., Omstead, K.M., Rogers-Vizena, C. y Mendelson, B. (2021). "Dog faces exhibit anatomical differences in comparison to other domestic animals". *The Anatomical Record*, 304 (1), pp.231– 241. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/ar.24507> [Consultado 19-01-2022].

Cohen, S. y Beths, T. (2020). "Grimace Scores: Tools to Support the Identification of Pain in Mammals Used in Research". *Animals: an open access journal from MDPI*, 10 (10):1726. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ani10101726> [Consultado 21-11-2021].

Dalla Costa E., Minero, M., Lebelt, D., Stucke, D., Canali, E., Leach, M.C. (2014). "Development of the Horse Grimace Scale (HGS) as a Pain Assessment Tool in Horses Undergoing Routine Castration". *Plos One*, 9 (3):92281. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092281> [Consultado 21-11-2019].

De Waal, F.B.M. (2011). "What is an animal emotion?". *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1224 (1), pp. 191-206. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1749-6632.2010.05912.x> [Consultado 19-01-2022].

España. Ley 17/2021, de 15 de diciembre, de modificación del Código Civil, la Ley Hipotecaria y la Ley de Enjuiciamiento Civil, sobre el régimen jurídico de los animales. *Boletín Oficial del Estado*, 16 de diciembre de 2021, núm.300, pp. 154134 a 154143.

Evangelista, M.C., Watanabe, R., Leung, V.S.Y., Monteiro, B.P., O'Toole, E., Pang, D.S.J., Steagall, P.V. (2019). "Facial expressions of pain in cats: the development and validation of a Feline Grimace Scale". *Scientific Reports*, 9 (1):19128. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55693-8> [Consultado en 21-11-2021].

Fear Free. (2016). *Fear Free Certified* [en línea]. Disponible en <https://esp.fearfreepets.com/programa/> [Consultado 20-03-2022].

Ford, G., Guo, K. y Mills, D. (2019). "Human facial expression affects a dog's response to conflicting directional gestural cues". *Behavioural Processes*, 159, pp. 80-85. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2018.12.022> [Consultado 19-01-2022].

García-Belenguer Laita, S., Rosado Sánchez, B., Palacio Liesa, J., Luño Muniesa, I. y González Martínez, A. (2022). *Manual de Medicina del Comportamiento*. Castellón: Consulta de Difusión Veterinaria.

Kaminski, J., Waller, B.M., Diogo, R., Hartstone-Rose, A. y Burrows, A.M. (2019). "Evolution of facial muscle anatomy in dogs". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116 (29), pp. 14677-14681. Disponible en <https://doi.org/10.1073/pnas.1820653116> [Consultado 19-01-2022].

Keating, S.C.J., Thomas, A.A., Flecknell, P.A., Leach, M.C. (2012). "Evaluation of EMLA Cream for Preventing Pain during Tattooing of Rabbits: Changes in Physiological, Behavioural and Facial Expression Responses". *PLOS ONE*, 7(9): e44437. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044437> [Consultado 21-03-2022].

Konok, V., Nagy, K. y Miklósi, Á. (2015). "How do humans represent the emotions of dogs? The resemblance between the human representation of the canine and the human affective space". *Applied Animal Behaviour Science*, 162, pp.37-46. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.11.003> [Consultado 18-01-2022].

Langford, D.J., Bailey, A.L., Chanda, M.L., Clarke, S.E., Drummond, T.E., Echols, S., Glick, S., Ingrao, J., Klassen-Ross, T., LaCroix-Fralish, M.L., Matsumiya, L., Sorge, R.E., Sotocinal, S.G., Tabaka, J.M., Wong, D., van den Maagdenberg A.M.J.M., Ferrari, M.D., Craig, K.D., Mogil, J.S. (2010). "Coding of facial expressions of pain in the laboratory mouse". *Nature Methods* 7, pp.447-449. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/nmeth.1455> [Consultado 21-03-2022].

Mota-Rojas, D., Marcet-Rius, M., Ogi, A., Hernández-Ávalos, I., Mariti, C., Martínez-Burnes, J., Mora-Medina, P., Casas, A., Domínguez, A., Reyes, B., Gazzano, A. (2021). "Current Advances in Assessment of Dog's Emotions, Facial Expressions, and Their Use for Clinical Recognition of Pain". *Animals*, 11 (11):3334. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ani11113334> [Consultado 27-11-2021].

Mogil, J.S., Pang, D.S.J., Silvia Dutra, G.G. y Chambers, C.T., (2020). "The development and use of facial grimace scales for pain measurement in animals". *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 116, pp. 480–493. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0149763420304747> [Consultado 20-11-2021].

Panksepp J. (2011). "The basic emotional circuits of mammalian brains: Do animals have affective lives?". *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 35 (9), pp. 1791-1804. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.08.003> [Consultado 19-01-2022].

Raja, S. N., Carr, D. B., Cohen, M., Finnerup, N. B., Flor, H., Gibson, S., Keefe, F. J., Mogil, J. S., Ringkamp, M., Sluka, K. A., Song, X. J., Stevens, B., Sullivan, M. D., Tutelman, P. R., Ushida, T., y Vader, K. (2020). "The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromisos". *Pain*, 161(9): 1976–1982. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001939> [Consultado 19-01-2022].

Sotocinal, S.G., Sorge, R.E., Zaloum, A., Tuttle, A.H., Martin, L.J., Wieskopf, J.S., Mapplebeck, J.C.S., Wei, P., Zhan, S., Zhang, S., McDougall, J.J., King, O.D., Mogil, J.S. (2011). "The Rat Grimace Scale: a partially automated method for quantifying pain in the laboratory rat via facial expressions". *Molecular Pain*, 7:55. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21801409/> [Consultado 21-03-2022].