

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE ESTRÉS Y ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL

Alberto Tejeda Perea

**Departamento de Etología y Fauna Silvestre
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
UNAM**

El estrés presente en animales es un tema importante en área del Bienestar Animal, desde el momento en que la labor de varios grupos de investigación han tratado de validar parámetros objetivos, tanto fisiológicos como de comportamiento que ayuden a interpretar el hecho de que un animal se encuentre en conflicto con el ambiente en donde se desarrolla y por lo tanto en un estado de estrés. Entre los parámetros que se han establecido se encuentra la interpretación de la conducta como uno de estos indicadores.

Bases neuroanatómicas y fisiológicas en estados ansiosos

Cuando se habla de emociones se puede hablar de manera casi similar a sentimientos, esto último se reserva hacia los seres humanos, todavía existiendo discrepancia si esto también corresponde de una manera similar a lo que se puede observar en animales.

El concepto de emoción involucra básicamente la presencia de patrones de respuestas fisiológicas y de conductas típicas de una especie, debidas a una situación concreta. Dentro de estos patrones se pueden encontrar dos grandes tipos de respuestas, las positivas y las negativas lo que traerían como consecuencia básicamente dos tipos de emociones o sentimientos, las positivas y las negativas.

En general cuando nos referimos a emociones se considera al sentimiento y no a la conducta que se genera por el mismo. Se ha determinado que estas conductas tienen consecuencias establecidas para que los mecanismos de supervivencia y reproducción sean óptimos. Se considera que los objetivos útiles de las conductas emocionales han guiado la evolución del cerebro en los humanos y por lo tanto al animal en este sentido de supervivencia:, aparentemente los sentimientos o emociones surgen de maneja posterior en el proceso.

Las emociones como patrones de respuesta están constituidas por tres componentes principales:

1. Conductuales
2. Autonómicos (energía)
3. Hormonales

Cada uno cumple con una función necesaria al presentar una respuesta, Respuestas como los movimientos musculares están básicamente regidos por la actividad simpática del SNC, reduciéndose la parasimpático. Los cambios observables de manera rápida lo constituyen el aumento de la frecuencia

cardiaca, cambios en los vasos sanguíneos, menor distribución hacia órganos digestivos y mayor capacidad de energía a nivel muscular. En esta respuesta tenemos la presencia de facilitadores biológicos como lo son la secreción de adrenalina y la noradrenalina, produciendo no solo cambios a nivel metabólico general sino a nivel cerebral. Otro tipo de metabolitos que pueden estar presentes en este tipo de respuestas, son los generados por la activación de la corteza suprarrenal, los cuales también tendrán influencia en la activación de circuitos neuronales.

Estas características en una respuesta emocional, estarán coordinadas por los sistemas neuronales diferenciados a nivel del cuerpo amigdalino, teniendo en este último la función integradora de todas, Esta estructura juega un papel importante en las respuestas relacionadas con el miedo y con la ira. (Nei,2005)

A partir de la respuesta conjunta de varias estructuras nerviosas, presentes en la mayoría de los organismos superiores, y solo con diferencias en el tamaño; se sabe que todas ellas, de manera aferente con el Núcleo central de la amígdala, están involucradas en el tipo de respuesta emocional que controlan lo que se conoce como APRENDIZAJE EMOCIONAL AVERSIVO. Este traerá como consecuencia que ante la presencia de estímulos automáticos se puede aprender que ante una situación peligrosa o amenazante, se activarán conductas con el solo hecho de que se presente de nuevo esa misma situación.

Por lo que ante un estímulo neutro, que se haya relacionado con una respuesta emocional, se encontrará la posibilidad de la aparición de la misma respuesta como si la produjera el estímulo original, o sea una Respuesta emocional condicionada, con la misma activación de los mecanismos regulados por el NCA..

El efecto de poseer cierto control en la evitación del estímulo aversivo, conocida como una respuesta de afrontamiento o **predicción**, ha sido comprobado con diferentes experimentos. En estos casos se estableció que ante una conducta de evitación o minimización del estímulo aversivo, las respuestas emocionales serán menores o inclusive desaparecerán. Lo cual no ocurrirá cuando no hay forma de evitar el efecto negativo que la situación conlleva. (Neil 2005).

Dentro de la organización cerebral, existen estructuras responsables de manera particular en detectar tanto estímulos simples, como compuestos al ser más difíciles de procesar por la cantidad de elementos involucrados, entre estos órganos están el tálamo, la corteza de asociación sensorial y la corteza orbitofrontal. El tálamo está relacionado con las conductas de defensa o agresivas, se les considera como conductas primarias y por lo tanto relacionadas con partes antiguas en el desarrollo cerebral. La neocorteza es una estructura clasificada como más reciente y relacionada con la captación de estímulos simples, como los sonidos y estímulos visuales, la vía normalmente es directa hacia tálamo.

Los estímulos de tipo complejo, no solo integran cuestiones de percepción sensorial pura, también integra mecanismos más complejos, como el reconocimiento de un evento o persona en particular, en donde se integran estructuras como la corteza de asociación visual, auditiva y la corteza

inferotemporal de la amígdala en su región basolateral. La información hipocámpal es la responsable de la información contextual de acontecimientos y lugares concretos.

Se sabe que las situaciones sociales, consideradas como complejas al involucrar experiencias, recuerdos, inferencias, al menos en humanos no está presente en ninguna región del hemisferio cerebral, pero que es el hemisferio derecho el que tiene más peso en este tipo de actividad cerebral, más que el izquierdo.

El área de la corteza orbitofrontal de la cara, cumple un papel importante en la regulación de conductas sociales en humanos, y en humanos la lobotomía temporal se ha visto que tuvo efectos en la eliminación de miedos y estados ansiosos en algunos pacientes. (Neil, 2005)

Stress como generador de conductas ansiosas

Como se mencionó previamente, los estímulos como adversos por un individuo, provocará respuestas emocionales negativas que en última instancia se pueden ver reflejadas en el estado de salud del mismo, al dirigirse en su contra o en el daño que puede causar en el grupo social al que pertenezca.

La ansiedad como concepto, involucra una **falta de control o predicción** ante situaciones en el entorno, en donde el estrés puede ser justo la constante en este tipo de situaciones

Al estrés se le considera como la reacción fisiológica que se produce ante la presencia de situaciones adversas o amenazadoras. Como también se mencionó previamente, parece ser que su función inicial es de utilidad de manera adaptativa, siempre y cuando sean sucesos de corta duración, en donde el individuo puede recobrar estados fisiológicos normales de manera rápida. Si estos estímulos son de larga duración o se presentan de manera continuada entonces cambia esta respuesta y pasa a convertirse en negativa hacia el propio individuo. Entre estas respuestas se puede encontrar, además de las autonómicas y endocrinas que también se mencionó previamente, algunas de tipo conductual como una agresión de tipo desproporcionado. Este tipo de respuestas a todo nivel, tienden a ser de naturaleza catabólica, con el consiguiente daño general al individuo.

La presencia de hormonas como la adrenalina y noradrenalina y de hormonas esteroides marcan la pauta en la presencia de estrés. Por lo tanto respuestas como cambios en la presión sanguínea reguladas por la noradrenalina a nivel cerebral serán predisponentes a enfermedades cardiovasculares, de manera particular. La presencia de glucocorticoides, además de cambios a nivel de absorción de minerales, provocan la degradación de proteínas y grasas. Prácticamente todas las células del cuerpo poseen receptores a glucocorticoides.

Estas situaciones pueden tener consecuencias negativas muy importantes, incluso la muerte como se comprobó en monos con problemas de relación social. Entre los efectos observados, se encontró la presencia de úlceras gástricas, un incremento de las glándulas suprarrenales y daño en neuronas dentro la formación

hipocampal, esto último puede estar relacionado con efectos tanto en la memoria, como en el aprendizaje.

El miedo es una conducta normal, que permite a un individuo afrontar un posible daño y por lo tanto sus probabilidades de sobrevivir en un ambiente extraño. Sin embargo la falta de control también tendrá consecuencias no deseadas.

Una conducta que se considera como indicadora de estados de miedo importantes es la respuesta de sobresalto, la cual consiste en una súbita contracción muscular ante un ruido repentino.

Esta modulada por el miedo y existen experimentos en ratas que dan fe de esta situación al grado que el sobresalto puede observarse por saltos en algunas ocasiones. El sonido esta muy fuertemente relacionado con este tipo de conducta, por medio de una conexión con el núcleo *reticularis pontis* del oído y su relación directa con el NCA.

EI ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL COMO TECNICA ANTE LA FALTA DE PREDICION.

A la idea de manipular el entorno, físico y social de los animales que se mantienen en confinamiento se le ha dado el nombre de enriquecimiento ambiental. Esta area de la aplicación del conocimiento en comportamiento de diferentes animales, se ha desarrollado mas en animales de zoológico y acuarios, ante la necesidad de conseguir la reproducción especies en peligro de extinción y no solo como animales en exhibición.

La técnica se basa en la “naturalización” o creación de ambientes con elementos artificiales pero con las mismas funciones que en la naturaleza (un tubo sustituye a la madriguera, un columpio a las ramas flexibles, un comedero con orificios al hormiguero etc.).

Con este fin es necesario conocer las condiciones básicas en las que las diferentes especies se desarrollan, tanto de tipo físico como social, tipo de alimentación, hábitos de movimiento, hábitos de sueño, e inclusive las particularidades en cuanto a las diferencias en la integración de la información por medio de los órganos de los sentidos. En la actualidad la información en la medición de la conducta se ha afinado de tal manera que no es solo por observación y registro directo, como se lleva a cabo. Los programas de grabación y manejo de datos de manera sofisticada es la norma, lo cual lleva a medición mas objetivas y mas cercanas a establecer a lo que se conoce como necesidades biológicas en cada una de las especies estudiadas.

El estudio actual de la conducta considera un método integrador, es decir la conjunción tanto de la observación de la misma como el control de determinadas variables fisiológicas y bioquímicas que actúan como indicadores de los niveles de estrés o malestar. Las mas importantes de esas variables son:

- Depresión del sistema inmune (recuento de linfocitos B y T)
- Actividad enzimática (deshidrogenasa)
- Temperatura corporal
- Actividad motora (EMG)
- Actividad nerviosa (EEG)

Actividad cardiaca (ECG)
Niveles de corticosterona
Tasa metabólica (consumo de energía)
Peso corporal
Presión sanguínea

Por lo que a partir de estas variables y las observaciones complementarias, actúan como elementos integradores de los cambios que puede experimentar el animal en los ámbitos neuroendocrino, inmunomodulador, de la reproducción y del comportamiento.

En este sentido los patrones de conducta relevantes en el EA, se puede simplificar en tres categorías en orden decreciente de prioridad biológica:

De automantenimiento, de no cumplirse el animal morirá, se encuentran las básicas comer dormir, acicalarse, asearse, defecar, el enriquecimiento se centra en los aspectos tales variaciones en la forma de las cubetas (tamaño, altura, opacidad, forma, materiales). El enriquecimiento mismo de la cubeta (mayor altura y accesorios) con el objeto de incrementar la movilidad y la relación social reducir las conductas agonísticas, la adición de accesorios para roer, o hacer cama, rueda de ejercicios, dificultad de acceso a la comida, entre otras. El objetivo de estas en conjunto es incrementar la frecuencia y diversidad de las pautas conductuales, repercutiendo en el aumento en la predicción de lo que sucede en el entorno, simplemente al poder esconderse si ese es el objetivo.

Defensiva: , agonística y social , todo lo relacionado con la negociación del espacio, la exploración y las interacciones sociales, la cohesión o dispersión social y especialmente con la jerarquización de los individuos en donde habrá diferencias a veces importantes entre especies. Básicamente esta estructura social puede ser:

Territoriales (ratón y conejo)
De gran cohesión social (carnívoros, primates y las ratas)

Las investigaciones se han centrado en: mantenimiento de cubetas, o corrales de conejos o cobayos, agrupaciones por sexo, edad o peso, tipo de agrupación social (número de individuos, por espacio) cambios de conducta social según la altura de la cubeta, adición de espacios para esconderse, uso selectivo de cubeta periférica y preferencia por los espacios adicionales (madrigueras, escondites)

Y finalmente las que tienen que ver con la reproducción.

Anexo a este documento se envían tres cuadros realizados por la Federación of Laboratory Animals Science Associations (FELASA) la cual integra a 20 países y la cual ha tratado más a fondo estos temas.

La idea de estas tablas es entender a la persona que maneja más periódicamente a los animales, tanto la posibilidad de establecer un problema en la adaptación al ambiente en el que se encuentra, como la posibilidad de ideas manejos o utensilios en aras de poder establecer de mejor manera programas de enriquecimiento y manejo de animales más acordes a las necesidades de los mismos.

Cuadro 3-2. (Continuación). FELASA

<p>RATAS: suelen ser dóciles y menos agresivas hacia los miembros de su propia especie que el hombre o los ratones. La angustia o dolor agudo se acompañan comúnmente de vocalización y chillidos agudos. Son dóciles y se lamen o protegen frecuentemente el área dolorida. El aumento del rascado puede indicar dolor crónico. En períodos prolongados de angustia o dolor, pueden permanecer con la cabeza en el abdomen, durmiendo. El pelo descuidado y la pérdida de peso pueden ser acompañantes de dolor o angustia. Igualmente, durante períodos repetidos de dolor, pueden estar más agresivas y resistirse a la manipulación.</p> <p>Respuestas potenciales: con el dolor se incrementa el nivel de respuesta.</p>	
<i>Signos fisiológicos</i>	
OCULARES	Párpados semicerrados. Los ojos pueden aparecer hundidos, la secreción ocular es común, progresando de un rojo manchado a una hematóporfirina manchada y exudativa, indicada por el ojo con «gafas»
RESPIRATORIOS	Aumento de la actividad respiratoria asociado a estornudos y flujo nasal, a veces sanguinolento
ASPECTO	Aumento de la piloerección. El pelo muestra un aspecto cada vez más desaliñado con alguna pérdida en zonas aisladas. Reducción del tono muscular, evidente pérdida de actividad muscular. Se producen deshidratación y pérdida de peso
DEFECACIÓN/ORINA	Ambas con respuesta/alteración inmediata en caso de temor que disminuye si se reduce el dolor o la tensión. Puede aumentar el estreñimiento o la diarrea dependiendo de los sistemas afectados. La orina disminuye al reducir la toma de agua, pero la frecuencia puede aumentar con las infecciones renales o alteraciones hormonales
CONDUCTA	Inicialmente los animales muestran una respuesta agresiva y tendencia a morder, pero progresivamente la respuesta se deprime
ACTIVIDAD ANORMAL	Incremento de la somnolencia. Deja de comer y beber con normalidad. Se reduce la conducta exploratoria. Muestra una conducta de aversión hacia otros animales. Se dan casos de automutilación en zonas afectadas del cuerpo al final del tratamiento o la manipulación
POSTURA	Contracción abdominal si el dolor se concentra en el abdomen. Gradualmente adopta una posición encorvada con la cabeza en el abdomen
LOCOMOCIÓN	Aumento de los movimientos bruscos con el dolor. Cojera de una o más de las extremidades o simplemente marcha cuidadosa. Los movimientos tensos se asocian al dolor abdominal. Desplazamiento lento en relación con obstrucción intestinal o ascitis. En situaciones de estrés, movimientos circulares
VOCALIZACIÓN	Inicialmente, aumenta la vocalización agresiva o de enojo, especialmente en la manipulación; después se observa una reducción gradual de la respuesta vocal, aunque el dolor, el estrés y la tensión continúen y el movimiento cese, a menos que se provoque un estímulo doloroso súbito
SIGNOS GENERALES	Hipotermia; el aspecto pálido puede indicar pérdida de sangre o anemia
SIGNOS CLAVE	Vocalización, lucha, se lame/protege, pérdida de peso, piloerección, lordosis

(Continúa)

Cuadro 3-2. Signos clave e indicadores del estado de dolor o sufrimiento de los principales animales de experimentación. Guía elaborada por FELASA

<p>RATÓN: la especie se ha sometido a cría selectiva para características diferentes durante muchas generaciones. Como resultado, hay variaciones importantes en el comportamiento y las respuestas a estados de tensión, distintos compuestos o estímulos. Después de un procedimiento que puede ocasionar dolor, se observa aumento de la somnolencia e inactividad, seguida de pérdida de peso, que debe recobrase rápidamente durante la recuperación del animal. La piloerección y el aspecto encorvado son indicadores de dolor o angustia. Los animales enfermos deben mantenerse aislados del resto del grupo.</p> <p>Respuestas potenciales: aumenta el nivel de respuesta bajo estímulos dolorosos o estresantes</p>	
<i>Signos fisiológicos</i>	
OCULARES	Respuesta pupilar, los párpados puede aparecer desde cerrados a semi-cerrados. Si la condición empeora, ojos hundidos y secreción
RESPIRATORIOS	El ritmo aumenta, se puede producir flujo nasal
ASPECTO	Piloerección, pérdida de apariencia y peso, deshidratación, lordosis. El abdomen hundido indica el intestino vacío; se manchan con sus excrementos. El animal siente «calor» al contacto
DEFECACIÓN/ORINA	Ambas se ven afectadas por el estrés: se mantiene según aumente o disminuya el estado de tensión
VIBRISAS	Aumentan los movimientos de las vibrisas, llegando a ser menos evidente si el dolor o la tensión continúan
COMPORTAMIENTO	Cada vez más tímidos y aprensivos, con tendencia a agredir y morder, que aumenta con la tensión y el dolor crecientes. Cuando la condición empeora, el animal se muestra inactivo, sin respuesta, y se separa del grupo. Eventualmente, insensible a estímulos
ACTIVIDAD ANORMAL	Reflejo de alejamiento, pugna, mordeduras; puede intentar morder la fuente de dolor o el área afectada; aumenta su actividad. Deja de comer y beber normalmente, es incapaz de dormir o asearse, y aumentan las heridas y los rasguños. Movimientos de retorcimiento cuando el dolor es abdominal
POSTURA	Posición gradual de encorvado, dormitando. Adopta la postura de dormir lejos de la fuente de dolor
LOCOMOCIÓN	El dolor en las patas o extremidades afecta a la locomoción. Los movimientos súbitos y rápidos impiden las posturas principales. Desplazamiento inseguro, dificultad para andar en línea recta, movimientos circulares cuando el equilibrio se ve afectado. Movimientos en rodillo con el desarrollo de ascitis
VOCALIZACIÓN	Agresiva al comienzo del dolor, decrece cuando se reduce el dolor o el estrés. Se pueden producir respuestas vocales posteriores
SIGNOS GENERALES	Hipotermia y deterioro del estado físico
SIGNOS CLAVE	Reflejo de alejamiento/huida, piloerección, encorvamiento, mordiscos, ojos y abdomen hundidos, pérdida de peso, deshidratación

(Continúa)

Cuadro 3-2. (Continuación). FELASA

<p>CONEJO: dificultades importantes para el reconocimiento de dolor y angustia debido a que acepta aparentemente los procedimientos angustiosos o dolorosos con pocas protestas. La aceptación estoica de condiciones aparentemente dolorosas puede estar relacionada con su comportamiento natural en que el ocultamiento y el silencio (pasar desapercibido) es importante para su supervivencia. Los conejos saludables no suelen moverse con frecuencia; esto hace que el comportamiento exploratorio sea poco indicador y su uso, limitado para esta especie. En situaciones de dolor, es característica una reducción en la ingestión de agua y alimento, limitación de los movimientos y fotosensibilidad evidente.</p> <p>Respuestas potenciales: aumenta el nivel de respuesta bajo estímulos dolorosos o estresantes.</p>	
<i>Signos fisiológicos</i>	
OCULARES	Secreción lacrimal, con inflamación de la membrana nictitante, como respuesta común en condiciones de estrés. Aspecto somnoliento bajo estímulos continuados de tensión o dolor. El animal parece fotóforo
RESPIRATORIOS	Aumento del ritmo respiratorio asociado a inmovilización o compresión del pulmón. Flujo nasal mucopurulento en el caso de infección de las vías respiratorias superiores
ASPECTO	Con frecuencia los conejos están enfermos o en estado de sufrimiento sin mostrar mucha pérdida evidente de su condición. Un examen cuidadoso pondrá de manifiesto la pérdida de reflejo muscular en el dorso inferior. La deshidratación es común. Se ensucia con sus propios excrementos
DEFECACIÓN/ORINA	Puede darse una interrupción de la excreción durante la noche. El estreñimiento y la diarrea son comunes como respuesta al dolor acentuado. La dificultad para orinar puede presagiar infecciones urinarias debido a la acumulación de depósitos de orina
COMPORTAMIENTO	Aumento de depresión, progresiva inactividad y carencia de respuesta. Tendencia a situarse lo más lejos posible de la luz. El comportamiento exploratorio desaparece
ACTIVIDAD ANORMAL	Cesa la ingestión de alimentos y agua. Un aseo excesivo puede favorecer la formación de tricomas en el estómago. Pérdida de peso evidente
POSTURA	El estar tumbado con el cuerpo y las patas extendidas hacia delante o atrás, para reducir presión, indica malestar abdominal. Se dan casos de tortícolis
LOCOMOCIÓN	Puede haber dolor asociado a la locomoción, pies especialmente doloridos. Puede aparecer parálisis localmente en puntos de tensión debidos al rasurado
VOCALIZACIÓN	Muy poca tendencia a la vocalización en circunstancias normales. El dolor súbito puede provocar vocalización durante períodos cortos
SIGNOS GENERALES	Ninguno
SIGNOS CLAVE	Inactividad, no come o bebe, apoya dorso en la pared de la jaula. Vocalización (chillidos agudos) cuando es manipulado

(Continúa)

Estas son algunas consideraciones sobre el implemento de técnicas de enriquecimiento ambiental, las cuales como se menciona en el principio de este documento apenas se han considera necesarias en animales de experimentación a diferencia de otro tipo de colecciones zoológicas mantenidas en cautiverio, pero en donde se sabe que si es altamente probable que los cambios Fisiológicos producto de un mal manejo en estas especies podría estar afectando los resultados de algunos hallazgos, independientemente de una buena selección en la estadística de los experimentos.

Bibliografía consultada

Bouwknicht, J, A., Olivier, B., Paylor, E, P.,2007. The stress –induced hyperthermia paradigm as physiological animal model for anxiety: A review of pharmacological and genetic studies in the mouse. *Neurosci& Biobehav Rev.* 31, 41-59

Neil R, Carlson , *Fisiología de la Conducta*, Ed Addison-Wesley, 2005, España

Ramos A., Mormede P.1998. Stress and emotionality : a multidimensional and Genetic Approach. *Neurosciene and Behav Rew*, 22,33-57.

Zuñiga J, Tur J., Milocco, S., Piñerio R. *Ciencia y Tecnología en Protección y en Experimentación Animal*. 1995, Mc Graw –Hill. Interamericana. España