

11  
2ef.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

---

---

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



LA IMPRONTA Y LA RELEVANCIA DE SU ESTUDIO PARA LA  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA:

**ESTUDIO RECAPITULATIVO**

**T E S I S**

PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE:

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

P R E S E N T A :

**ANA MARIA BERRUECOS VILA**

ASESORADA POR: M.V.Z. Ph. D. FRANCISCO GALINDO MALDONADO

MEXICO, D. F.

1997

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**A Mamá,  
con toda mi admiración y por el  
gran ejemplo que siempre nos haz dado.**

**A Fabián,  
con todo mi amor, por siempre...**

**A Pedro,  
por inculcar en mi el gusto por  
la medicina.**

## **AGRADECIMIENTOS**

**Francisco,**

**Al empezar esta tesis pensé que finalmente iba a marcar el punto final de mi carrera. Fui descubriendo todo lo que este simple tema encierra y ahora me doy cuenta que este trabajo representa más bien un principio. Te agradezco el haberme abierto las puertas, el hacer que esta tesis sea lo mejor que puede ser y tu paciencia y dedicación. Un simple GRACIAS por todo.**

**A Anne María Sisto: De la "Evolución y Modificación de la Conducta" a esta tesis,  
¡Un gran paso !**

**A Sara Caballero**

**A Luis Felipe Rodarte**

**A Alberto Tejeda**

**Un agradecimiento especial a Elisa.**

**Otro a Rosi y Rebeca.**

**Al personal de la biblioteca y hemeroteca, por su gentileza.**

**A Anele, Ale, Itzel, Andrea, Bel, Mariano, Javier, Alfredo, Samuel y Carlos, por hacer que las horas de estudio se pasaran entre risas y buenos momentos.**

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
Resumen .....	1
I. INTRODUCCIÓN .....	2
II. LA IMPRONTA .....	5
1) Definiciones y conceptos .....	5
2) Tipos de impronta .....	11
a) Impronta filial .....	11
b) Impronta maternal .....	17
c) Impronta sexual .....	30
d) Impronta de hábitat .....	31
3) El estudio de la impronta .....	32
a) Pruebas de aproximación y seguimiento .....	35
b) Pruebas de preferencia .....	37
4) Modelo del proceso nervioso implicado en la impronta ...	46
a) Arquitectura del modelo .....	46
b) ¿Cómo funciona el modelo? .....	48
III. LAS FASES SENSIBLES DE APRENDIZAJE .....	56
1) ¿Qué son las fases sensibles? .....	56
2) ¿Cómo se presentan las fases sensibles? .....	59
IV. APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO DE LA IMPRONTA A LA MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA: DISCUSIÓN .....	62
1) Fauna silvestre .....	62
2) Animales de granja .....	67
a) Bovinos .....	68
b) Ovinos .....	73
c) Caprinos .....	78
d) Suinos .....	78
e) Equinos .....	80
f) Aves .....	80
3) Animales de compañía .....	82
4) Piscicultura .....	84
5) Otras aplicaciones .....	85
a) Domesticación de especies .....	85
b) El proceso de impronta, las fases sensibles y psicología ...	91
V. CONCLUSIONES .....	92
VI. SUGERENCIAS PARA INVESTIGACIONES A FUTURO .....	95
VII. LITERATURA CITADA .....	97

## FIGURAS

### Página

Fig. 1: Regiones corporales de los corderos que fueron pintadas de negro .....	29
Fig. 2: Condiciones de estudio semi-naturales del proceso de impronta en ánares ..	33
Fig. 3: Aparato utilizado en el estudio de la impronta en condiciones de laboratorio ..	36
Fig. 4: Caja experimental propuesta por Hoffman (1968) .....	41
Fig. 5: Cabina experimental propuesta por Bolhuis y Honey (1994) .....	42
Fig. 6: Corredor propuesto por Alexander y Shillito (1977) .....	42
Fig. 7: Audioespectrogramas .....	43
Fig. 8: Aparato propuesto por Bateson y Jaeckel (1977) .....	44
Fig. 9: Modelo simplificado del proceso nervioso implicado en la impronta .....	47
Fig. 10: Organización interna de un módulo de reconocimiento .....	48
Fig. 11(a y b): Uniones entre los módulos A, R y E .....	49
Fig. 12: Corte transversal de cerebro de ( <i>Gallus gallus domesticus</i> ) .....	52
Fig. 13: Modelo propuesto por Bolhuis y Bateson (1990) .....	54
Fig. 14: Analogía de la presentación de fases sensibles .....	58
Fig. 15: Aparato utilizado para una prueba de fase sensible .....	58
Fig. 16: Capa utilizada para la adopción de becerros .....	72
Fig. 17: Corrales para adopción forzada de corderos .....	74

## CUADROS

Cuadro 1: Desventajas de la endocría y exocría .....	10
Cuadro 2: Determinación de fases sensibles en distintas especies .....	61
Cuadro 3: Uso de los animales domésticos .....	86
Cuadro 4: Época de la domesticación de distintas especies .....	88
Cuadro 5: Características de comportamiento para la domesticación .....	88
Cuadro 6: Desarrollo de la relación hombre-animal .....	90

## GRAFICAS

	<u>Página</u>
Gráf. 1: Concentraciones plasmáticas hormonales durante la gestación .....	18
Gráf. 2: Respuestas maternas durante el período de transición en borregas .....	24
Gráf. 3: Mantenimiento del comportamiento materno post-parto en borregas .....	24
Gráf. 4 (a, b y c): Porcentaje de madres que aceptan crías marcadas o no .....	26
Gráf. 5: Habilidad de borregas Merino para criar gemelos .....	29
Gráf. 6: Resultados de la preferencia media en una prueba de aproximación .....	38
Gráf. 7: Procedimientos utilizados en 6 diferentes pruebas de preferencia .....	53

## RESUMEN

BERRUECOS VILA, ANA MARÍA. La impronta y la relevancia de su estudio para la medicina veterinaria y zootecnia: Estudio Recapitulativo ( bajo la dirección del MVZ, PhD Francisco Galindo Maldonado ).

El objetivo de esta tesis es dar a conocer la relevancia del conocimiento del proceso de impronta y de la presentación de las fases sensibles de aprendizaje en animales para mejorar las prácticas veterinarias y zootécnicas. Se realizó una revisión bibliográfica de publicaciones especializadas en etología relacionadas con este tema, la cual abarca un periodo de 30 años, con la finalidad de concentrar bajo un solo volumen los avances en el estudio de estos procesos y exponer en forma detallada tanto los mecanismos a través de los cuales se llevan a cabo la impronta y las fases sensibles, así como sus aplicaciones al ejercicio veterinario. Los procesos de impronta filial, sexual, maternal y de hábitat se presentan en momentos específicos de la vida de un individuo, conocidos como las fases sensibles, las cuales, generalmente, aparecen a pocas horas o días después del nacimiento. Sin embargo, tienen un impacto permanente sobre el animal y son determinantes para su comportamiento adulto social, sexual o maternal. Se detallan entonces los mecanismos a través de los cuales se llevan a cabo los procesos de impronta en distintas especies, la metodología de su estudio, y las bases neurobiológicas responsables de su presentación. Además, se estudia la presentación de las fases sensibles en otros procesos de aprendizaje, indispensables para el desarrollo de la conducta en un animal, que le permite desenvolverse como un miembro activo dentro de un grupo. El médico veterinario y zootecnista debe conocer y comprender el desarrollo natural de estos procesos para poder evitar problemas en el comportamiento de los animales y para poder intervenir en el momento adecuado y con los estímulos específicos durante sus prácticas cotidianas, como la crianza en cautiverio de animales silvestres, las técnicas de adopción de crías extrañas, el contacto temprano de los animales con el hombre para facilitar su posterior manejo, la proyección de instalaciones que busquen el bienestar y el adecuado desarrollo de los animales, el entrenamiento de distintas especies, la domesticación de animales que son potencialmente viables para la producción de alimentos o la utilización de animales de laboratorio para investigaciones relativas a la psicología humana.



## I. INTRODUCCION

Dentro de la historia del estudio del comportamiento animal, pocos son los personajes que podemos vincular con lo que actualmente conocemos como proceso de impronta y las fases sensibles. En el IV Libro ("De voz y Sonido") de su *Historia Animalium*, Aristóteles (384-322 a.c) describe cómo un polluelo adquiere el canto de sus padres adoptivos y no aquél de su especie, a pesar de haber sido regresado al nido original. En 1516, Sir Thomas Moore (1478-1535) publica el libro "*Utopia*" que contiene una clara referencia a la impronta: Pollitos incubados artificialmente, al salir del cascarón, siguen a los hombres y los reconocen como si fueran su madre.<sup>106</sup> Hasta 1873, fecha en la cual los trabajos de D.A. Spalding (1840-77) fueron publicados en la revista "*Nature*", nadie había vuelto a describir el comportamiento de polluelos al nacimiento ni había realizado experimentos ingeniosos, con los cuales se ponía en evidencia la existencia de periodos sensibles y el particular vínculo de las crías con lo primero que veían al salir del cascarón.<sup>135</sup> Para esas fechas, el término de etología ya había sido acuñado por Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, para describir las investigaciones sobre comportamiento animal en condiciones naturales. A él se oponían los "protegidos" de Georges Cuvier quienes creían que la mejor manera de estudiar la naturaleza era bajo condiciones de laboratorio, creando, en 1864, una rama de la ciencia llamada psicología comparada.<sup>63,106</sup> Al estudio del comportamiento animal se fueron involucrando no solamente zoólogos, también filósofos, médicos y psicólogos, empezando a crear una ciencia con enfoques multidisciplinarios. Así, en 1890, el psicólogo William James incluyó en su libro *Principles of Psychology* las observaciones hechas por Spalding sobre la actitud de pollos recién nacidos a seguir a cualquier objeto móvil y establecer un vínculo con éste. Los ejemplos de Spalding le sirvieron de ejemplo para demostrar que un comportamiento innato o instintivo (i.e.seguimiento) podía combinarse con uno adquirido o aprendido (i.e.adhesión o preferencia). En 1910, Oskar Heinroth publicó sus observaciones sobre el comportamiento de patos y gansos, realizadas en el jardín zoológico de Berlín, en un libro intitulado *Etologia de los Anatidae*, en el cual incluyó una detallada descripción del proceso de impronta, para el cual utilizó el término *einzuprägen*, que quiere decir *estampado*.<sup>106,135</sup> Konrad Lorenz retomó los trabajos de Heinroth, experimentó con crías de gansos y patos y finalmente, en 1935, nombró como *prägung* (misma

connotación que el término utilizado por Heinroth) al proceso de impronta y como fase sensible al momento específico de la vida del joven animal en el que la impronta puede llevarse a cabo.<sup>72,135</sup> Las contribuciones iniciales de Lorenz sobre el tema causaron mucha polémica y ésta, a su vez, marcó el punto de partida para iniciar investigaciones, ampliando el tema y descubriendo su importancia para el desarrollo del comportamiento de los individuos.

Actualmente, el proceso de impronta es considerado como una forma especial de aprendizaje.<sup>104</sup> Es por medio de éste que un individuo establece un patrón de reconocimiento hacia sus padres y hermanos (impronta filial), orienta su elección de pareja (impronta sexual), reconoce a sus crías (impronta maternal) e identifica su entorno (impronta de hábitat).<sup>63,79,104,148</sup> Cual sea el tipo de impronta, se lleva a cabo rápidamente en un momento específico del desarrollo de un individuo (fase sensible de impronta) y depende de los estímulos externos visuales, auditivos, olfativos y táctiles que le son aportados durante esa etapa, además de factores intrínsecos como los niveles hormonales.<sup>65</sup> La explicación biológica de la presentación de los procesos de impronta se basa, por un lado, en que un individuo recién nacido tiene la necesidad de identificar al sujeto que le va a proporcionar exclusivamente protección y alimento, y en que una hembra debe identificar a sus crías para concentrar sus atenciones exclusivamente hacia ellas y lograr su sobrevivencia. La identificación de hermanos y miembros del grupo permiten que el individuo aprenda comportamientos sociales y sexuales adecuados para poder desenvolverse como un miembro funcional del grupo. Por otro lado, el comportamiento sexual adecuado de un animal es indispensable para la sobrevivencia de una especie. Se ha difundido la teoría que al identificar a los miembros de la familia, por un lado, y a los miembros de un grupo, por el otro, posteriormente se evita el cruzamiento interfamiliar lo que conlleva a un aumento de la heterocigosis en la especie y a la reducción de los niveles de consanguinidad.<sup>24,25,149</sup> La complejidad del proceso de impronta ha llevado a los investigadores a realizar experimentos que van desde la simple observación del comportamiento de la madre pre y post-parto y del comportamiento neonatal,<sup>45,65,72</sup> controlar los tipos de estímulos a los que son expuestos los sujetos de estudio,<sup>22,35,36,75</sup> el entorno, el tipo de crianza,<sup>97,99</sup> la edad,<sup>73,114</sup> el grado de desarrollo de las crías al nacimiento, es decir, si pertenecen a especies precoces o altrices, hasta llevar las

investigaciones a laboratorios de neurobiología, fisiología y psicología.<sup>23,37,76,96</sup> Estas investigaciones han hecho posible esclarecer los posibles procesos neurológicos que rigen la presentación de la impronta.<sup>27</sup>

Una fase sensible de aprendizaje ha sido definida como el momento durante el cual un individuo es más susceptible de aprender dado que su umbral de recepción hacia ciertos estímulos se encuentra al máximo.<sup>24</sup> Un individuo tiene la capacidad de seguir aprendiendo pero no a la misma velocidad ni con tanta naturalidad como durante la presentación de las fases sensibles. El término de periodo crítico ha sido utilizado para los casos en los que el tipo de aprendizaje se lleva a cabo únicamente durante ese periodo. Los periodos sensibles no son exclusivos del proceso de impronta, se han identificado también para el aprendizaje de la socialización en diversas especies, del canto en aves o de las costumbres alimenticias, por ejemplo.<sup>1,19,58,92</sup> La forma más común de establecer los periodos sensibles, ha sido por medio de pruebas de privación o aislamiento, controlando la edad del sujeto de estudio al momento de la primera exposición a un estímulo y los tipos de estímulos a los que son expuestos.<sup>1,19,23,30,106</sup>

La aplicación del conocimiento del proceso de impronta y de la presentación de las fases sensibles de aprendizaje abarca muchos campos de la práctica veterinaria y zootécnica. Para el especialista en fauna silvestre se vuelve un proceso clave para la conservación de especies.<sup>56</sup> Para el especialista en bovinos, ovinos, caprinos, suínos, aves domésticas o equinos se vuelve una herramienta para las prácticas de adopción de crías,<sup>6,8,9,10,11,12,14,47</sup> para el mejoramiento del comportamiento materno y sexual de los animales,<sup>25,87,99,100,103,153</sup> para la disminución de la mortalidad neonatal,<sup>116</sup> para la facilitación del manejo,<sup>83,90</sup> para la proyección de instalaciones adecuadas, y por consecuencia, para el mejoramiento de la producción y técnicas de crianza. Para los especialistas en pequeñas especies es de suma importancia poder asesorar tanto a los criadores de perros y gatos como a los compradores de mascotas sobre los estímulos a los que deben enfrentar a los cachorros para lograr que desarrollen un comportamiento afín a la tarea a la que van a ser designados, y evitar problemas futuros del comportamiento.<sup>42,57,58,66</sup> Es también necesario conocer el momento de la presentación de las fases sensibles de aprendizaje para facilitar el entrenamiento de perros para búsqueda y rescate, detectores de contrabando, cacería y

como ayuda para personas discapacitadas.<sup>59,60</sup>

Es cada vez más difícil, con los sistemas comunes de explotación de animales, alimentar a la creciente población mundial. Por lo tanto, el ser humano ha ido buscando opciones nuevas, tratando de domesticar especies nativas. Existen factores que favorecen la domesticación de los animales, entre los que se encuentran el tipo de estructura social bajo la cual viven en condiciones silvestres, el comportamiento sexual y el tipo de interacción que existe entre los padres y las crías. Todos y cada uno de estos factores están íntimamente relacionados con el proceso de impronta.<sup>49,140</sup>

La psicología experimental ha basado sus estudios en pruebas realizadas en animales de laboratorio, como las ratas, los ratones, los perros, los primates, las gallinas y las palomas. Si bien estos estudios han sido enfocados al entendimiento del comportamiento del ser humano, también han esclarecido las bases neurobiológicas del comportamiento de estos animales. No podemos ignorar estos avances, como tampoco podemos desligarnos de los programas de terapia facilitada por animales, los cuales se basan en la formación de un vínculo entre el hombre y el animal.<sup>31,39,41,53,89,96</sup>

El tema del estudio del proceso de impronta y de la presentación de las fases sensibles, como cualquier otro tema en etología aplicada, involucra, además de la observación de patrones de comportamiento, una gran gama de conocimientos sobre la biología, la ecología, la evolución de las especies, la neurofisiología, la tecnología y la ética.<sup>53,54</sup> El médico veterinario y zootecnista debe estar preparado para poder hacer frente a las exigencias tanto de la comunidad científica como de la sociedad.

## **II. LA IMPRONTA**

### **1) Definiciones y conceptos.**

Dentro del estudio del proceso de impronta, se ha hecho una clara diferenciación entre las *especies altrices* y las *especies precoces*. Las crías de éstas últimas presentan la capacidad de realizar una actividad locomotora coordinada y poseen órganos sensoriales bien desarrollados al nacimiento.<sup>27,100,134</sup> Esto las capacita para aprender rápida y permanentemente sobre su entorno y

para poder hacer frente a algunos peligros por sí mismas. A esta categoría pertenecen las aves que forman su nido en el suelo (i.e. los patos, los gansos y las gallinas), los ungulados, entre otros.<sup>27,134,135</sup> La precocidad de una especie se ha vinculado con la utilización del habitat (disponibilidad y calidad del alimento) y la presencia de depredadores potenciales.<sup>65,117</sup> La mayoría de los trabajos sobre impronta han sido dirigidos a estas especies por el simple hecho de que este proceso particular de aprendizaje se presenta típicamente en ellas.<sup>27</sup> Esto no excluye a las *especies altrices* (i.e. caninos, felinos y grandes primates) de presentarlo, pero por sus características al nacimiento, es decir, órganos sensoriales poco desarrollados, mínima movilidad y dependencia total de sus padres sin los cuales no podrían sobrevivir, la impronta se expresa tardíamente y los muchos factores que influyen para que se lleve a cabo son más difíciles de controlar y evaluar.

En cuanto a materia de definiciones de la impronta, no existe mucha discrepancia entre aquellas emitidas inicialmente por Lorenz y las que encontramos en la literatura moderna, con excepción de la vinculación que actualmente se le dá con un proceso particular de aprendizaje. De hecho, el mismo Lorenz, 20 años después de su definición inicial y gracias a los diversos estudios realizados con técnicas experimentales avanzadas, modifica sus opiniones.<sup>104</sup> Podemos entonces definir a la impronta como el proceso instintivo, filogenéticamente programado, mediante el cual un joven individuo establece un vínculo duradero con el primer objeto móvil que se le presente al nacimiento o pocas horas después de éste, es decir, en un periodo particular en el cual el estado fisiológico del animal es muy concreto.<sup>104,135</sup> En realidad este vínculo es una forma de asociación o identificación con otro animal (madre, padre, hermanos, otra especie), objeto o cualquier artículo.<sup>63</sup> Este proceso se lleva a cabo durante una fase particular del aprendizaje de un animal, conocida como *fase sensible y/o periodo crítico*, y sus consecuencias tienen la característica de perdurar durante la vida adulta del mismo.<sup>106</sup> En este sentido, Lorenz defiende su teoría de la irreversibilidad de la impronta y demuestra que la marca dejada en la memoria por la impronta no puede ser borrada por el posterior aprendizaje y reaparece tan pronto como se presenta una opción.<sup>35,46</sup> Como ejemplo tenemos los trabajos de Hellman, en los cuales impronta a unos pericos, macho y hembra, con una figura humana. Posteriormente los aista juntos en un local en el

cual no tienen contacto con nadie. Los pericos, después de un tiempo, se aparean y nacen las crías. En ese momento se les pone en contacto con la figura humana durante unos minutos, adoptan posiciones de cortejo hacia el hombre, se pelean y dejan morir a las crías.<sup>104</sup> Para que la impronta se lleve a cabo, se necesita de una participación activa del animal y la fuerza de la impronta depende entonces del esfuerzo llevado a cabo por el individuo para estar cerca del objeto improntado.<sup>63</sup> Hess demuestra que un pato que recibe descargas eléctricas cada vez que establece contacto con el objeto improntado, presenta posteriormente una preferencia mucho más fuerte hacia éste.<sup>72</sup> Todo lo anterior nos lleva a decir que es por medio de la impronta que los jóvenes de muchas especies limitan rápidamente sus preferencias sociales al objeto al que fueron expuestos, acto que es conocido como impronta filial<sup>22,79</sup> y que es durante la impronta que determinan el objeto de apareamiento al cual dirigirán su conducta sexual, conocido como impronta sexual.<sup>63,135</sup> Además, se han identificado otras categorías de impronta, como la maternal, la de habitat y la de preferencias por cierto tipo de alimentos.<sup>63</sup> Podemos ver entonces que existen procesos de impronta relativos a diferentes comportamientos, que son independientes los unos de los otros y que el orden en el que se presentan no tiene ninguna relación con el orden de aparición de los tipos de comportamiento que despliega el individuo al ser adulto.<sup>104</sup>

Actualmente, hablar de la impronta implica hablar también del aprendizaje. El aprendizaje es el resultado de la recepción, de la integración y del almacenamiento en la memoria de informaciones de las cuales un individuo podrá hacer uso en vista de la ejecución de un comportamiento adaptado.<sup>57</sup> Se dice que un animal ha aprendido algo cuando se puede observar un cambio en su comportamiento.<sup>106</sup> No se puede describir "el aprendizaje" como un todo. Existen distintos mecanismos de aprendizaje, los cuales se describen a grandes rasgos a continuación :

a) Habitación: Es el proceso de aprendizaje en el cual la presentación repetida del mismo estímulo a un sujeto resulta en una disminución de la probabilidad de respuesta o respuestas inicialmente provocadas por ese mismo estímulo.<sup>106</sup> Es la desaparición de la respuesta motriz no aprendida a un estímulo dado, después de que el animal ha sido expuesto, de manera repetida, a ese estímulo sin que este último haya sido asociado o reforzado por un estímulo favorable o desfavorable. La habitación engendra la desaparición del estado de alerta y de las respuestas de

orientación características de la presencia de un elemento nuevo en el entorno. Como ejemplo de la habituación tenemos que un caballo que pasta cerca de una vía de tren, al oír el ruido de la máquina y al ver un bulto móvil se espanta y tiene la reacción de huir. Después de repetidas ocasiones del paso del tren, la respuesta de huida desaparecerá.<sup>57</sup>

b) Condicionamiento clásico o Pavloviano : Es un tipo de aprendizaje asociativo. El ejemplo clásico es el estudio experimental realizado por Pavlov utilizando perros: Hace sonar una campana y posteriormente les presenta alimento y la respuesta fisiológica de los animales es la salivación. Después de varias sesiones de repetir esta secuencia, solamente hace sonar la campana (sin la presencia posterior de alimento) lo que desencadena la respuesta de salivación. La campana representa el estímulo condicionado (EC), el alimento, a su vez, el estímulo incondicionado (EIC). La respuesta de salivación sin la presencia del alimento es considerada como la respuesta condicionada (RC). La presentación del EIC después del EC refuerza el reflejo condicionado de salivación, por lo que el EIC es considerado como el "refuerzo". El animal hace entonces una asociación entre el EC y el refuerzo.<sup>48,57,106</sup>

c) Condicionamiento instrumental u operante : Este es otro tipo de aprendizaje asociativo, estudiado a fondo por B.F. Skinner. Sus experimentos con ratas o palomas consistían en encerrarlas en una caja -conocida como "la caja de Skinner"-, completamente aisladas del exterior. Dentro de esta caja existían unas palancas o botones que al ser accionados por los animales, liberaban comida. El primer "encuentro" del animal con la palanca era totalmente casual -por ensayo y error- y poco a poco el animal "aprendía" a accionarla para obtener comida. En este caso, la asociación se hace entre la respuesta de accionar la palanca y el alimento (refuerzo).<sup>48,57,106</sup>

d) Aprendizaje perceptual : Es por medio de éste que se aprende a percibir la diferencia entre un estímulo el cual inicialmente se era incapaz de discriminar y un estímulo nuevo. Es por medio del aprendizaje perceptual que se construyen una serie de descripciones de las características relevantes y diferenciadores de estímulos particulares y de situaciones.<sup>106</sup>

Se han descrito otros tipos de aprendizaje como el aprendizaje latente, por imitación, por observación y por intuición,<sup>48,57</sup> pero realmente los cuatro descritos anteriormente son los que más

se han relacionado con los procesos de impronta.

De los trabajos realizados se ha podido llegar a un consenso sobre el significado biológico de la impronta :

i) Sobrevivencia postnatal: las hembras de algunas especies tienden a rechazar e incluso atacar a crías extrañas.<sup>24</sup> El reconocimiento madre-cría es bilateral, y especialmente en el caso de los ovinos, la hembra recién parida reconoce a su cría principalmente por medio de estímulos olfativos;<sup>65,91</sup> la madre es especialmente sensible a ese olor durante aproximadamente 1 hora.<sup>108</sup> La hembra dirigirá todas sus atenciones y cuidados exclusivamente hacia su cría, permitiéndole mamar el calostro y así aumentar sus posibilidades de sobrevivir. Este fenómeno es llamado impronta materna. La cría, por su parte, aprende a reconocer de sus padres por medio de estímulos olfativos, visuales y auditivos. Forman un reconocimiento preciso y detallado de sus progenitores y los siguen permanentemente, evitando así ser rechazados por otros adultos. Este fenómeno es conocido como la impronta filial.

ii) Balance óptimo entre la endocría y la exocría: En un medio natural donde las características del entorno cambian frecuentemente, los individuos se ven sometidos a una presión evolutiva a la cual deben adaptarse para poder perpetuar su especie y transmitir a su progenie la carga genética necesaria para poder hacer frente a ese entorno y subsistir. Los mecanismos por medio de los cuales un individuo escoge a una pareja sexual son muy variados y complejos, tomando solamente en cuenta que deben "encontrar" un balance óptimo entre la endocría y la exocría.<sup>24,25</sup> La endocría o consanguinidad es el apareamiento de individuos que tienen relaciones de parentesco más cercanas que el resto de los miembros de la población o la raza a la que pertenecen. La exocría es un sistema de cruzamiento en el cual las parejas tienen menor parentesco entre sí que el promedio de la población. Así, los cruzamientos pueden darse entre animales no emparentados pero que pertenecen a la misma raza pura, entre razas diferentes pero pertenecientes a la misma especie, entre líneas consanguíneas o entre especies distintas como la yegua y el asno.<sup>149</sup> Las desventajas de la endocría y exocría se resumen a continuación.(Cuadro 1)



**CUADRO 1: DESVENTAJAS DE LA ENDOCRÍA Y EXOCRÍA (Modificado de Bateson, 1983)<sup>25</sup>****ENDOCRÍA**

- 1.- Genes "no deseados" tienen mas probabilidad de expresarse completamente.
- 2.- Las interacciones benéficas entre diferentes alelos situados en un mismo locus se pierden (ventajas heterocigóticas o dominancia).
- 3.- Las crías son insuficientemente variables para poder enfrentar a un entorno cambiante.
- 4.- Las crías son muy parecidas y por lo tanto compiten mas intensamente.

**EXOCRÍA**

- 1.- Se pierden o suprimen los genes requeridos para la adaptación a un entorno particular.
- 2.- Los complejos de genes co-adaptados se rompen por la recombinación.
- 3.- En especies poligonas, se pierde la ventaja de tener crías emparentadas cercanamente y los genes paternos están menos representados en las generaciones siguientes.
- 4.- Crecen las posibilidades de infecciones por patógenos portados por la pareja.
- 5.- Viajar a otras poblaciones es riesgoso.
- 6.- Las destrezas adquiridas para enfrentar un entorno no son apropiadas para otros.
- 7.- La diferencia de hábitos adquiridos por las parejas en entornos distintos puede tener como consecuencia el descuido hacia las crías.

Ahora bien, se ha demostrado que la preferencia por una pareja está influenciada por el aprendizaje temprano, dentro del cual encontramos la habituación y la impronta sexual. Esta última permite a las crías aprender las características de su propia especie para subsiguientemente poder escoger una pareja diferente, pero no mucho, de sus padres o hermanos.<sup>24</sup> El cruzamiento se haría entonces entre individuos emparentados (consanguinidad). Por medio de la habituación, el individuo reduce su responsividad hacia animales familiares, lo que haría que en este caso el individuo busque a una pareja no emparentada o lejana (exocría)<sup>25, 120, 139</sup> El balance óptimo entre endocría y exocría depende claramente de la velocidad de cambio del entorno. Si el entorno es relativamente estable, la presión evolutiva se inclinaría hacia la endocría, los progenitores transmitiendo así sus características ya adaptadas al medio.<sup>24</sup>

## 2) Tipos de impronta

### a) Impronta filial

Como ya hemos visto, la impronta filial es el proceso mediante el cual un joven individuo, en un medio natural, reconoce y forma un vínculo con sus padres, hermanos y miembros de su especie. Este reconocimiento se da por medio de estímulos olfativos, auditivos, visuales y táctiles. En el caso particular de los ánades, Hess<sup>72</sup> demostró que la interacción madre-cría empezaba desde antes de la eclosión del huevo. Entre la 3ra. y 4ta. semanas de incubación los patitos dentro del huevo emiten sonidos y la hembra responde con cloqueos. A medida que se acerca el momento de la ruptura del huevo los sonidos son más frecuentes así como las respuestas de la madre. Cada hembra emite cloqueos con tonos y frecuencias particulares lo que hace que sus vocalizaciones sean reconocidas por sus crías. Una vez fuera del huevo, aún si no tienen contacto visual con la madre, los patitos responden a su llamado y se dirigen hacia ella. Van Kampen y Bolhuis (1993)<sup>143</sup> demostraron que en los pollos domésticos (*Gallus gallus domesticus*) existía un proceso semejante de preferencia a ciertos estímulos auditivos como resultado de una exposición previa a éstos, y se ha determinado que su fase sensible para establecer una preferencia hacia un estímulo auditivo termina al 4to. día de edad.<sup>96</sup> En el caso de los ruminantes (ovinos, caprinos, cérvidos y bovinos principalmente), por medio de análisis audioespectrográficos se ha demostrado

que tanto las madres como las crías emiten vocalizaciones con diferencias individuales que les permiten reconocerse en ausencia de estímulos visuales y olfativos.<sup>20</sup> En los equinos, el papel del sentido de la audición para que un potro reconozca a su madre es muy limitado y no se conocen aún con claridad los estímulos que propician que un potro, al segundo o tercer día de edad, discrimine perfectamente a su madre. De hecho, el vínculo que se crea entre la yegua y el potro depende, hasta la primera semana de vida, de la madre; después es responsabilidad de la cría el mantener el estrecho contacto con su madre, siguiéndola continuamente.<sup>43,152</sup> Cuando un potro no logra establecer este vínculo en las primeras horas de vida, se presenta un estado de patología comportamental conocida como el "síndrome de desajuste neonatal", que lo lleva, en la mayoría de los casos, a la muerte.<sup>52</sup> En el caso de los caprinos, las crías muestran ya una fuerte preferencia por sus madres de 36 a 48 horas después de nacidos. Los estímulos específicos que permiten este rápido reconocimiento aún no han sido definidos.<sup>101</sup> En el caso de las aves canoras, existe evidencia para demostrar que un polluelo aprende a reconocer el canto de sus padres y éste se vincula con el proceso de impronta filial. Una vez adulto, se le somete a una prueba en la cual se reproduce el canto de sus padres y uno extraño y el ave responde al canto que le es familiar.<sup>1</sup>

Es obvio que los estímulos que un joven animal recibe del entorno no son exclusivamente auditivos. El sentido de la vista juega un papel muy importante para el rápido reconocimiento de los padres y familiares. De hecho, en el caso de aves precoces, Bateson y Seaburne-May (1973)<sup>22</sup> demostraron que los pollos expuestos a una luz constante desde el momento del nacimiento despliegan una mayor respuesta de seguimiento y apego hacia el objeto que se les presenta para ser improntados. El hecho de estar en contacto con la luz desde el nacimiento activa las conexiones neuronales y agudiza el sentido de la vista, lo que facilita la discriminación detallada del objeto improntado. En condiciones naturales, una cría debe reconocer la figura de sus padres, lo que implica discriminar tamaños, colores y los patrones en que éstos se presentan y que son características propias de la especie.<sup>81</sup> Este reconocimiento es llamado "supraindividual" y representa un estímulo visual muy complejo. Se ha demostrado que los pollos expresan preferencias por ciertos colores<sup>23</sup> y al prestar más atención a un objeto por su color los pollos discriminan con más facilidad su forma.<sup>142</sup> En el caso de ovinos, el reconocimiento visual de la

madre por parte del cordero también es de suma importancia. Vince, *et. al.*, (1987)<sup>147</sup> demostraron que al cegar a un cordero neonato, éste permanece echado y no busca la ubre de la madre, aún si todos los otros sentidos están intactos. Un cordero recién nacido aislado busca el contacto con un modelo de borrega aún si éste no emite ni sonidos ni olores ni calor. Con estos dos ejemplos, Vince sugiere que un cordero neonato está programado con un cierto tipo de configuración visual. Es bien sabido que un cordero es capaz de discriminar entre 2 hembras y reconocer a su madre al día de edad, pero no a distancias mayores de 6 metros.<sup>114</sup> Esta capacidad de aprendizaje rápido y de memoria por parte de los corderos incluye el contexto en el que se encuentra la madre, es decir, poseen una impresionante memoria espacial. Nowak (1994)<sup>115</sup> realizó un estudio en el que mantiene unida a la pareja madre-cría en un lugar determinado. Posteriormente los libera y se separan accidentalmente; la cría regresa al lugar en el que estuvo anteriormente en contacto con su madre. Que no busque directamente a su madre no quiere decir que no pueda reconocerla entre las otras del rebaño, podría ser que se encuentra a más de 6 metros, o que el cordero relacione directamente el placer del contacto con la hembra en ese lugar específico, como si fuera una impronta con ese entorno, que le da seguridad. De todas formas, según vá creciendo la cría, los mecanismos de reconocimiento van cambiando a la par del desarrollo íntegro de sus órganos sensoriales. Para una cría de 15 días de edad, los estímulos visuales que la configuración de la madre le aporta son muy importantes para que pueda reconocerla: Si una hembra es trasquilada, descomada o pintada el cordero la desconoce y tiene que hacer uso de sus otros sentidos para identificarla.<sup>2,5</sup> Los becerros logran discriminar a sus madres por estímulos visuales como el color del pelaje y una vez cerca de ellas hacen uso de los estímulos olfativos para identificarlas.<sup>112</sup> En el caso de los caprinos, se ha demostrado que las crías de 2 a 4 meses de edad, se guían por la pigmentación del pelo de sus madres para reconocerlas, mucho más que los estímulos olfativos y auditivos.<sup>128</sup>

Hasta ahora se ha hablado de los estímulos visuales y auditivos en forma separada con el fin de darles una importancia individual. En realidad, estos dos tipos de estímulos se presentan simultáneamente en condiciones naturales. Existe un fenómeno de potencialización entre ellos durante la impronta debido a un aumento de atención hacia el objeto y/o a un proceso de

asociación en el cual, tanto el estímulo visual como el auditivo, poseen propiedades de estímulos condicionados e incondicionados.<sup>143</sup> Estudios recientes han demostrado la presencia de una región en el cerebro de las aves, denominada como el hiperestriatum ventral medio e intermedio (HVMI), involucrado en el almacenamiento de la memoria y en el cual existen proyecciones neuronales tanto auditivas como visuales.<sup>36,75,76</sup> Todo este proceso a nivel neuronal será explicado a detalle en la 4ta. parte de este capítulo II.

Los efectos de los estímulos olfativos emanados por la madre han sido estudiados principalmente en ratones. La primera iniciativa por parte de las crías mamíferas para estar en contacto con sus madres es la búsqueda de los pezones. Normalmente éstos emanan un olor característico de líquido amniótico, con el cual estuvieron en contacto durante todo el desarrollo intrauterino. Este olor es depositado en las mamas por la hembra, después de haber lamido a sus crías recién nacidas. Leon<sup>96</sup> describe los experimentos realizados por Pedersen & Blass (1982) quienes introdujeron, ya fuera una esencia o una solución salina en los sacos amnióticos de ratas en el día 20 de la embriogénesis. Dos días después las crías fueron extraídas por cesárea, y expuestas a pezones imbebidos con esa esencia o con líquido amniótico. Todas las crías fueron atraídas por el olor con el cual estuvieron en contacto poco antes de su nacimiento. Posteriormente, las crías se dirigen a los pezones por el olor de su propia saliva, depositada durante el amamantamiento. También Leon<sup>96</sup> describe los trabajos de Smotherman (1982) quien demostró que las crías expuestas a una esencia en el útero, prefieren, una vez adultas, beber agua que contenga esa esencia. Otro estímulo olfativo aportado por la madre lactante es la producción de feromonas; éstas son producidas por acción bacteriana en el saco ciego y excretadas como cecotrofos. Las crías se dirigen hacia donde se encuentran las heces de su madre. El olor de la leche materna también es un estímulo importante.<sup>65</sup> Si bien se ha demostrado que existe un reconocimiento olfativo de la madre por parte de las crías, no existe un vínculo especial madre-cría, por lo menos en ratas (*Rattus norvegicus*) y ratones (*Mus musculus*). La explicación a este fenómeno se basa en que estos animales, en condiciones naturales, anidan en lugares apartados, lejos del contacto con otros congéneres, por lo que el cuidado a las crías es exclusivo así que no necesitarían reconocer a sus madres y discriminarlas de otras, mientras que

se mantengan cerca del nido. El caso de otros roedores cuyas crías son precoces, los cuyos, se ha demostrado que si se forma un vínculo madre-cría, sobre todo en las especies silvestres como la (*Cavia aperea*): La madre cuida exclusivamente a sus crías y muestra agresión hacia otras hembras que se acerquen a su nido. El reconocimiento por parte de las crías tiene que darse ya que existe un contacto continuo entre adultos y sus respectivas progenies.<sup>65</sup> El caso de los cerdos domésticos (*Sus domesticus*) es parecido al de las ratas y ratones. Hasta ahora no existen evidencias que puedan demostrar que se crea un vínculo madre-cría, aunque se sabe que las crías buscan un contacto nasal con su madre antes y durante el amamantamiento lo que hace pensar que existen estímulos olfativos indispensables para que los lechones puedan acercarse a la madre y alimentarse.<sup>65.150</sup> En el caso de los ovinos, existe evidencia para demostrar que el sentido del olfato de la cría no es tan importante para el reconocimiento de su madre: Aún si la hembra posee un olor característico emanado principalmente por las glándulas cebáceas inguinales, los corderos dirigen su comportamiento de búsqueda de la ubre hacia cualquier hembra que esté cerca de ellos.<sup>147</sup> Un cordero de 24 horas de edad es capaz de oler solamente a una distancia de 25 centímetros, por lo que los estímulos olfativos, a esta edad, juegan un papel cuando la cría ya está cerca de la madre.<sup>114</sup>

Hasta ahora se ha tratado el tema de la impronta filial como una sucesión de estímulos y respuestas que tienen como fin el lograr que la cría sobreviva: Si un patito se acerca a su madre es porque al momento del encuentro encontrará calor, protección o alimento. En especies más desarrolladas, evolutivamente hablando, encontramos también esta búsqueda de los padres para aliviar tensiones biológicas internas, actuando como estímulos condicionados : Un bebé asocia su llanto con la presencia inmediata de la madre y el biberón. El no poder experimentar con seres humanos, ha llevado a los científicos a utilizar especies de laboratorio, arrojando resultados asombrosos e inesperados : Tal es el caso de los estudios realizados por Harlow (1959).<sup>67</sup> En un elegante experimento llevado a cabo con monos recién nacidos, Harlow demuestra que el vínculo que la cría crea con su madre va mas allá de saciar necesidades biológicas: Existe una relación afectiva. En su experimento, Harlow separa a los monos de sus madres, y los cría dentro de una jaula en la cual coloca un muñeco de alambre y un muñeco de felpa, cada uno con un biberón.

Los animales pasan indiscutiblemente más tiempo con el muñeco afelpado, saltando y abrazando a éste en caso de miedo. En este mismo estudio, coloca un muñeco afelpado fijo y otro con balanceo: Los monos prefieren siempre al muñeco móvil. Además, cría a unos monos aislados completamente, los cuales despliegan un comportamiento retraído y asocial y posteriormente los pone en contacto con monos criados con muñecos: Los primeros rehuyen el contacto con sus congéneres, teniendo actitudes de agresión mientras que los segundos buscan el contacto físico. Con esta serie de experimentos, Harlow demuestra que el contacto corporal con la "madre" tiene tanto una razón fisiológica como una emocional o psicológica, que provee a la cría de una gran cantidad de estímulos como el movimiento (estimulación motriz) además del olfativo y del auditivo, la capacidad de formar lazos afectivos con otros miembros de la especie (socialización) y de una maduración cerebral indispensable para su futuro desarrollo.<sup>97</sup> Los resultados de estos experimentos ya han sido aplicados a perros, roedores y a la psicología infantil. Una madre juega el papel de una base de seguridad y modula el comportamiento de su prole, ya que mientras ella se encuentre cerca de la cría, ésta se lanza en la exploración del entorno. Cuando un cabrito es expuesto a algún objeto inanimado o a la presencia del hombre por primera vez, se mantiene cerca de su madre; si ésta no expresa inquietud por la situación, su cría se desprende poco a poco de ella y empieza a explorar.<sup>127</sup> En ciertas especies es difícil hablar de vínculos afectivos, sobre todo si por su organización social "innata" bajo condiciones ambientales específicas, las crías se mantienen junto a los padres por largos periodos después de la madurez reproductiva, a pesar de ser especies precoces: Como ejemplo tenemos a las crías hembra de ovinos, las cuales, en condiciones de explotación permanecen junto a sus madres hasta 2 años<sup>90</sup> y las crías hembra de elefantes permanecen junto a la madre a veces toda la vida.<sup>65</sup>

Un ejemplo de impronta filial en especies altrices fue estudiado por Junco (1993a y 1993b):<sup>85,86</sup> Demuestra que si bien las crías de mirlo (*Turdus merula*) tardan de 10 a 11 días en abrir los ojos, el mismo día que los abren son capaces de aprender las características físicas de sus padres. La rapidez con la que aprenden es igual que aquella de las especies precoces, además de que representa un aprendizaje de tipo perceptual ya que no necesitan tener un refuerzo (el alimento) para dirigir su conducta de pedir alimento hacia el "objeto" con el cual se improntaron.

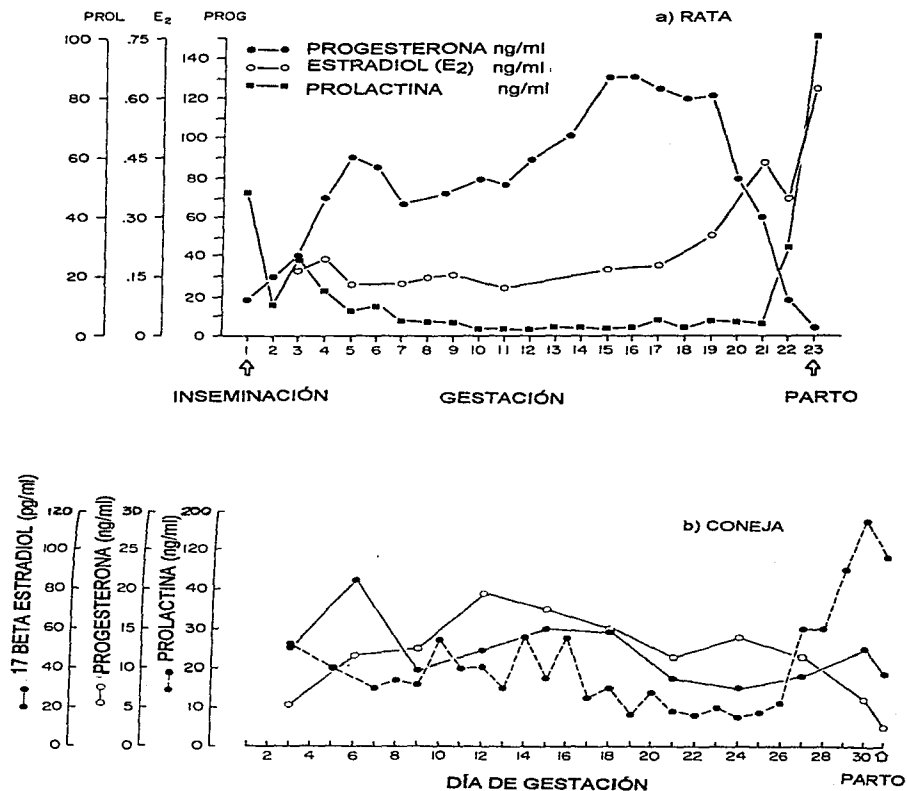
**b) Impronta maternal**

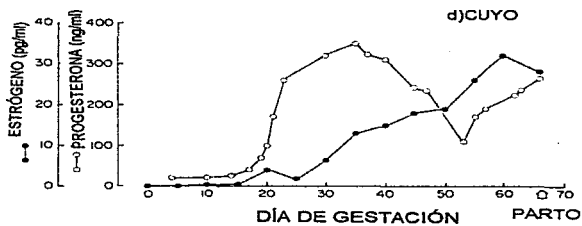
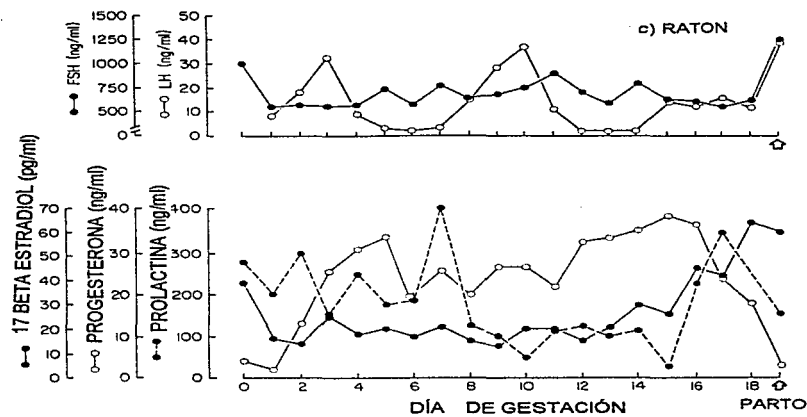
El comportamiento materno ha sido dividido en tres periodos: El periodo pre-parto, el periodo de transición y el periodo post-parto. En el primero, una hembra gestante empieza a desplegar un comportamiento materno desde antes del parto, por ejemplo, la formación del nido en ratas, ratones, conejos, hamsters y cerdas, la disminución de agresión mostrada anteriormente hacia crías extrañas (principalmente en borregas) o el aumento de la agresión hacia intrusos que se acercan al nido o lugar escogido para parir (cabras y roedores).<sup>44,102,116,125</sup> Este despliegue de comportamientos específicos está influenciado por los cambios hormonales a los que el organismo está sujeto durante el término de la gestación: La disminución de los niveles de progesterona, el aumento de los niveles de estrógenos, de prolactina y de oxitocina han demostrado tener un control sobre la aparición de patrones de comportamiento preparativos al nacimiento de las crías.<sup>124,125</sup> A continuación se presentan gráficas de los niveles hormonales en algunas especies.

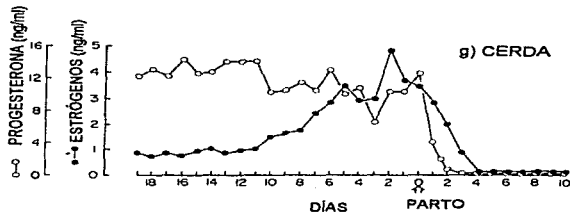
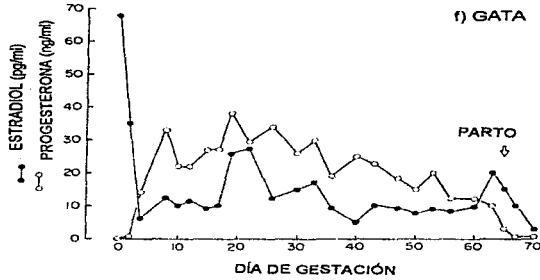
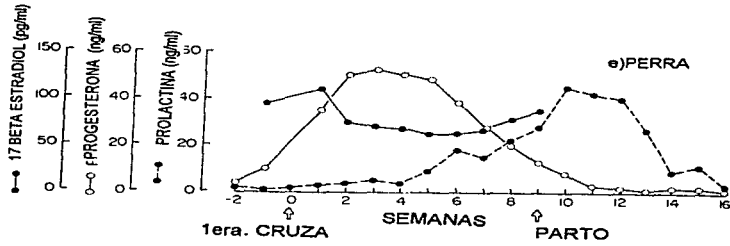
(Gráfica 1: a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l)

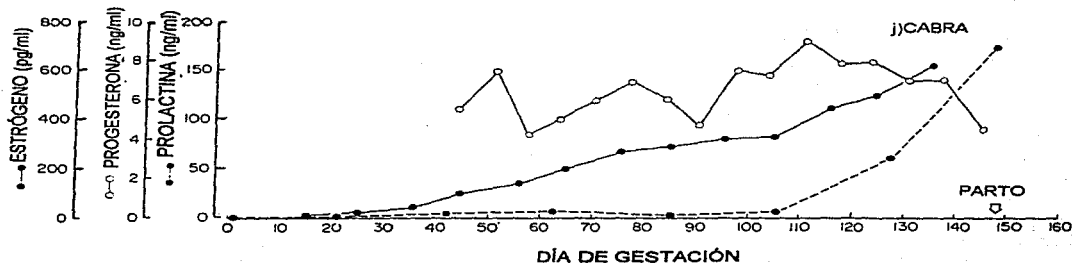
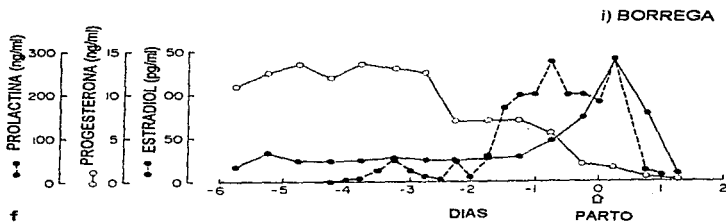
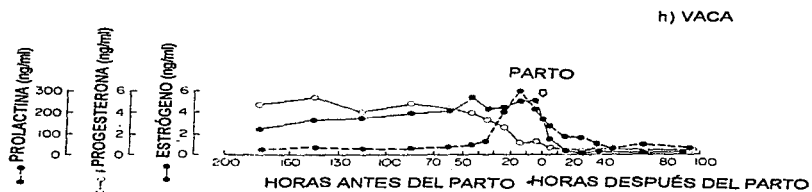


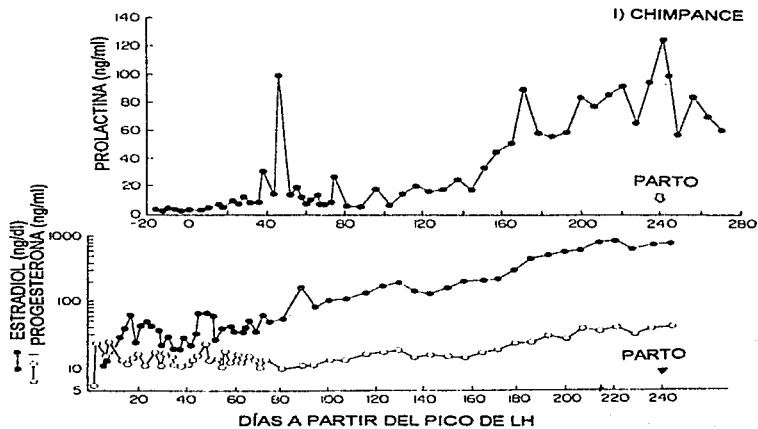
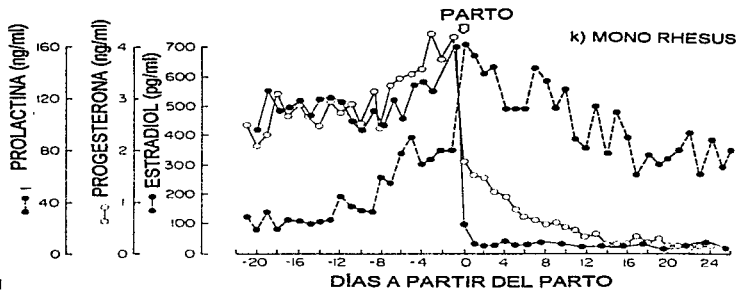
Gráfica 1: Concentraciones plasmáticas hormonales durante la gestación, para el 17 beta estradiol, progesterona, prolactina, hormona luteinizante (LH), y hormona foliculo-estimulante (FSH), en diversas especies (Rosenblatt & Siegel: Maternal Behavior In non-primate mammals).<sup>124</sup>





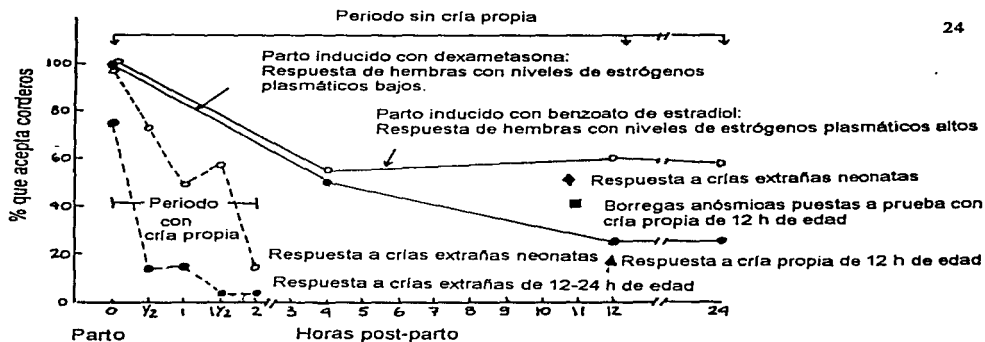




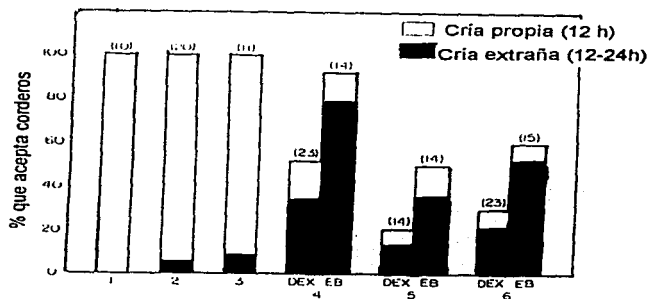


Se ha demostrado que el periodo post-parto no es endocrino-dependiente. La respuesta materna depende exclusivamente de los estímulos visuales, auditivos, olfativos, táctiles y emocionales que le son aportados por las crías. Más adelante se hablará de como estos estímulos mantienen la relación madre-cría. Por el momento, es importante dar un lugar especial al periodo de transición, ya que es durante esta etapa que se lleva a cabo la impronta maternal: Es importante que la madre establezca una relación conductual con su cría mientras que está bajo la influencia hormonal, así cuando ésta desaparece, los estímulos aportados paulatinamente por la cría son suficientes para mantener la responsividad maternal. La primera relación conductual es el reconocimiento individual de la cría. Gubernick<sup>65</sup> menciona que en los extensos estudios realizados por Poindron y Le Neindre (1980), se probó que existía una fase sensible para que este reconocimiento se llevara a cabo y que ésta correspondía a la fase de transición: En una serie de experimentos con borregas, separan a las crías de sus madres inmediatamente después del parto y posteriormente se las presentan a intervalos de 4, 12 y 24 horas. Después de 24 horas, casi ninguna hembra acepta a sus crías a menos que los experimentadores mantuvieran altos los niveles sanguíneos de estradiol de las madres, "aumentando" así sus intervalos de aceptación hacia la cría (Gráfica 2). Estos mismos autores han manipulado los estímulos a los que normalmente están enfrentadas las hembras pocas horas después del parto, para tratar de determinar su importancia para el mantenimiento de la respuesta maternal (Gráfica 3).

Está claro que el estímulo olfativo, aportado por el líquido amniótico que queda en la capa de las crías al nacimiento, es el más importante para que la madre establezca su reconocimiento, por esta razón, las hembras tienden a rechazar más a las crías que les son presentadas en un intervalo de tiempo mayor: El olor va desapareciendo de la capa externa de la cría a medida que pasa el tiempo.<sup>13</sup> Aún así, la respuesta materna puede ser sostenida por estímulos no-olfativos, pero no se desarrolla un vínculo totalmente exclusivo entre la cría y la madre.<sup>124</sup>



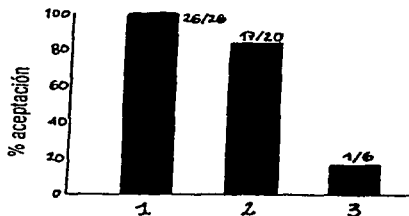
Gráfica 2: Respuestas maternas durante el periodo de transición en borregas. Efectos de varios periodos sin la propia cría sobre la aceptación de ésta en el momento del parto, 4, 12 y 24 horas post-parto. Se muestra la comparación entre los grupos cuyos partos se indujeron con dexametasona o benzoato de estradiol. Diferentes grupos de borregas fueron puestas a prueba en cada intervalo. Durante las primeras 2 horas el desarrollo de un vínculo exclusivo con la propia cría se mostró exponiendo a las borregas a crías extrañas, ya fueran éstas recién nacidas o de 12-24 horas de edad; la borrega permaneció con su cría excepto durante la prueba. Se muestra la aceptación de crías propias y recién nacidas (Prespes-du-sud) a las 12 horas; todas las otras borregas eran Merino. Se muestra la respuesta de borregas anónimas hacia sus crías, a las 12 horas post-parto; las borregas permanecieron sin sus crías por 12 horas (Datos de Poindron y Le Neindre, 1980, en Rosenblatt & Siegel, Parental Care In Mammals, 1981).<sup>124</sup>



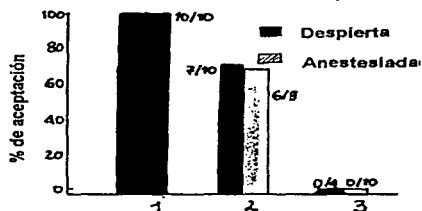
Gráfica 3: Mantenimiento del comportamiento materno post-parto en la borrega. Durante las primeras 12 horas post-parto, las borregas presentaron los siguientes tipos de contacto, o ningún contacto, con sus propios corderos. (1) Contacto completo, incluyendo amamantamiento. (2) Contacto completo sin amamantamiento. (3) Corderos en la cercanía, no acicalamiento ni amamantamiento. (4) Corderos a 1 m de distancia. (5) Corderos encerrados en corral transparente que permite vista y audición. (6) Completamente separada de cordero. Dex: Parto inducido con dexametasona, niveles plasmáticos de estradiol normales. EB: Parto inducido con benzoato de estradiol, altos niveles de estradiol plasmático. Las pruebas con la propia cría o cría extraña fueron conducidas a las 12 horas post-parto. Solamente las hembras que aceptaron espontáneamente a su cría fueron posteriormente probadas con crías extrañas. Los números entre paréntesis representan el tamaño de las muestras. (Datos de Poindron y Le Neindre, 1980, en Rosenblatt & Siegel, 1981).<sup>124</sup>

Se tiene que hacer una clara diferenciación entre la respuesta materna y el reconocimiento individual de la cría. Gubernick<sup>64</sup> menciona que Klopfer y Gamble (1966) hicieron el siguiente experimento con cabras, para demostrarlo: Una hembra recién parida reconoce a su cría gracias al "marcaje" olfativo particular que se genera por el acto de lamer a las crías recién nacidas (la hembra deposita en la capa de la cría microfauna ruminal que emana un olor particular) y por la ingestión de leche (su digestión y subsecuente defecación emanan olores particulares de la boca, cuerpo y ano). Sabiendo esto, decidieron realizar una ablación del bulbo olfativo a hembras antes del parto. Como resultado obtuvieron la eliminación del reconocimiento individual de sus crías: Se les dejó unidas durante 5 minutos después del nacimiento y se les separó; al presentarles una cría extraña de la misma edad, la aceptaron sin ningún problema, brindándole atención y cuidado. La respuesta maternal quedó intacta, mientras que el reconocimiento individual, no. Este mismo estudio se hizo en hembras con su sistema olfativo normal y al ponerles frente a ellas una cría extraña, que hubiera pasado por lo menos 5 minutos con su madre natural, no la aceptaron. Aquellas crías que no tenían un "marcaje" anterior realizado por su madre natural, si fueron adoptadas<sup>64</sup> (Gráfica 4: a, b y c).

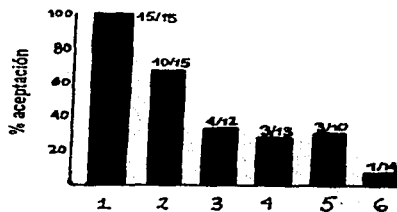




Gráfica 4 a): Porcentaje de madres que aceptan crías marcadas o no. (1) Criá propia. (2) Criá marcada. (3) Criá no marcada. (Tomado de: Gubernick,D.J. en Parental Care in Mammals<sup>84</sup>).



Gráfica 4 b): Porcentaje de madres que aceptan crías marcadas o no. Las hembras fueron o no anestesiadas. (1) Criá propia. (2) Criá marcada. (3) Criá no marcada. (Tomado de: Gubernick,D.J. en Parental Care in Mammals<sup>84</sup>).



Gráfica 4 c): Porcentaje de madres que aceptan crías marcadas o no. (1) Criá propia. (2) No marcada. (3) Sólo amamentamiento. (4) Sólo aicalamiento. (5) Sólo contacto. (6) Marcada. (Tomado de Gubernick,D.J. en Parental Care in Mammals<sup>84</sup>).

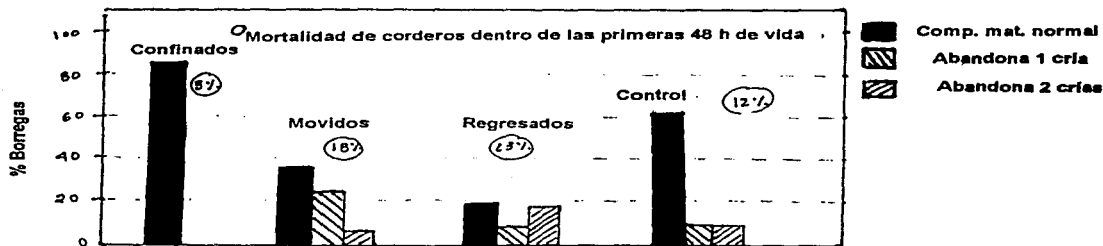
Además de los factores que ya se han mencionado para que una hembra reconozca a sus crías, existe también un factor "tiempo post-parto de contacto con la cría": Una borrega que pare dos crías necesita estar como mínimo 6 horas después del parto con ellas para que el reconocimiento se pueda llevar a cabo y no las abandone<sup>116</sup> (Gráfica 5).

Bordi, *et. al.* (1994)<sup>38</sup> demostraron que el desarrollo del comportamiento materno en las cabras depende también en gran medida del tiempo (4 horas como mínimo) que una madre puede ver y oír a su cría después del parto: El "marcaje" maternal no es el único necesario para el establecimiento de un vínculo selectivo. Además, la experiencia previa de otros partos mejora la calidad de la responsividad materna hacia las crías.<sup>100</sup>

Tanto el reconocimiento individual como la respuesta materna interactúan para establecer el comportamiento materno adecuado para que la cría sobreviva. Por lo tanto, cualquier falla durante el periodo sensible en alguno de los dos procesos haría que el especial vínculo que se crea entre la madre y la cría desaparezca, provocando un patrón de comportamiento de rechazo y agresividad hacia el recién nacido.<sup>124,125</sup>

Una vez establecido el reconocimiento mutuo madre-cría, éste debe de mantenerse para que las madres desplieguen un comportamiento maternal dirigido a la sobrevivencia de su progenie. Esta etapa post-parto depende exclusivamente del intercambio de estímulos auditivos, visuales, olfativos y táctiles entre ellos: La respuesta maternal desaparece si a la hembra se le separa de sus hijos o sustitutos, y esta pérdida es mucho más rápida si no se estableció un vínculo justo después del parto.<sup>65</sup> A continuación, se describe el caso de los ovinos: Un cordero emana olores particulares principalmente de su capa externa. Los orígenes de estos olores son muy diversos, entre los cuales encontramos el líquido amniótico, restos de heces y orina de la madre, esencia de la cera inguinal de la hembra y la leche. El lugar en el cual la hembra se concentra más es la región anal de la cría, la cual funciona como un desencadenador para que el cordero pueda amamantarse.<sup>7</sup> Una borrega puede detectar señales olfativas hasta 4.5 metros de distancia. Cuando la identificación olfativa no es posible, entran en juego los estímulos visuales y táctiles. Los movimientos de los corderos al nacimiento como son los intentos para incorporarse, la ambulación, la exploración del entorno, el acercamiento a la madre y la búsqueda de la ubre

estimulan la atención de la hembra hacia su cría.<sup>52</sup> Cuando los corderos están alejados de la madre, ésta realiza un reconocimiento facial de su cría. En un estudio llevado a cabo por Alexander y Shillito (1977),<sup>4</sup> en el cual cambian la apariencia de los corderos pintándolos en distintas regiones del cuerpo, las hembras no logran reconocerlos cuando el mayor cambio se presenta en la región de la cara (Figura 1).



Gráfica 5: Habilidad de borregas Merino para criar gemelos. Efecto de la manipulación experimental del tiempo pasado en el lugar del nacimiento por la borrega con 2 crías, sobre el comportamiento materno y la mortalidad de las crías. (Adaptado de Putu, et. al., 1988a, en Nowak, 1998)<sup>116</sup>

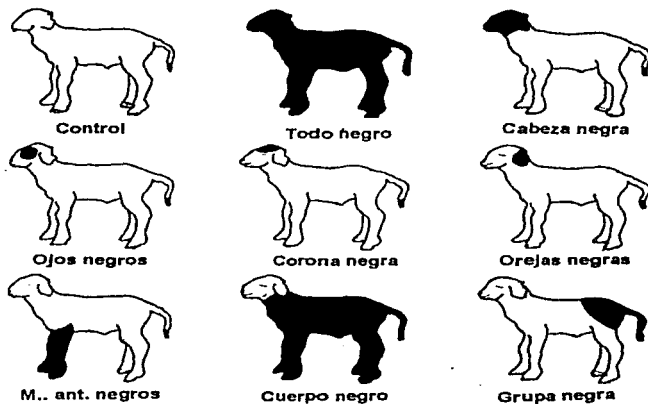


Figura 1: Regiones corporales de los corderos que fueron pintadas de negro (Alexander&Shillito,1977).<sup>4</sup>

Los estímulos auditivos como el continuo llamado de las crías cuando están alejadas de sus madres, sirven no solamente como un medio de reconocimiento, también sirven para la localización, para la expresión de estados anímicos, de actividad o llamados de alerta y alarma. Todos éstos llaman la atención de la madre y mantienen el continuo contacto entre ellos.<sup>68</sup> Cada cría emite llamados específicos y las hembras pueden reconocerlos. Se han grabado estas vocalizaciones y reproducido a hembras quienes responden positivamente a los llamados de sus crías.<sup>2,68</sup> A medida que la cría va creciendo, interactúa cada vez más con otras crías del rebaño, haciendo que su vínculo con la hembra se vaya transformando. Una hembra busca activamente a su cría durante su primer mes de vida, posteriormente empieza a apartarse de ella, integrándose al rebaño, lo que hace que la relación entre ellas dependa cada vez más de los intentos del cordero por mantenerse cerca de ella. Aún cuando el destete es ya inminente, por la baja producción de leche de la madre, el vínculo social entre la madre y la cría permanece, sobre todo porque todavía les falta cosas por aprender como la selección de alimento.<sup>73</sup> Los patrones de comportamiento materno de los ovinos han sido también observados en bovinos, caprinos, equinos y cérvidos. Existen variaciones entre especies y entre razas, se han hecho estudios en condiciones naturales y de confinamiento, siempre llegando a la misma conclusión: Si no se crea un vínculo madre-cría las posibilidades de sobrevivencia de la progenie se minimizan<sup>21,45,66,94,98,119,145,152</sup>

El comportamiento materno de las especies ha sido sujeto a numerosos estudios desde observacionales hasta endocrinológicos y genéticos. Si bien están íntimamente vinculados con el proceso de impronta, incluirlos detalladamente sobrepasa los propósitos del presente trabajo.

### c) Impronta sexual

Este proceso es más difícil de estudiar ya que la conducta a la cual va dirigido todavía no ha madurado en el momento en el que la impronta se lleva a cabo. Además, cuando un individuo está sexualmente maduro, sus experiencias con el entorno y otros miembros de su especie están tan avanzadas, que difícilmente se pueden evaluar independientemente unas de otras. Hablar de un comportamiento sexual implica también hablar de cambios endócrinos, provocados por la

misma maduración del individuo, como por cambios externos, como el fotoperíodo. Otro problema que se presenta, es el poder determinar los mecanismos por medio de los cuales un individuo escoge a una pareja sexual. Ya se ha mencionado la importancia de la endocría y exocría, pero a este proceso también se asocia la diferencia de sexo. La elección que una hembra hace por un macho depende en gran medida del comportamiento de cortejo de éste y de su apariencia física, que no es más que una característica sexual secundaria. La impronta sexual, vista entonces como un proceso por medio del cual un individuo limita sus preferencias sociales como resultado de su experiencia temprana, en un momento determinado de su desarrollo, está de alguna manera vinculada con el proceso de impronta filial<sup>146</sup>. Algunos de los estudios para demostrarlo se basan en la crianza de animales jóvenes por padres adoptivos diferentes de su especie: Patos criados por gallinas o gansos, al ser liberados en un lago en el cual nadaban congéneres suyos, presentaban un comportamiento de cortejo hacia la especie que los había cuidado. Si solamente se les presentaban hembras de su propia especie, se cruzaban; pero si posteriormente se les volvía a dar a escoger, seguían prefiriendo a la especie que los crió. Este tipo de experimento se ha hecho principalmente con aves (guajolotes, palomas, pinzones cebra, cotorros, garzas, emús) pero existen también evidencias de este comportamiento en vicuñas criadas por alpacas.<sup>48, 104, 135</sup> En el último capítulo de esta tesis se hablará de la desviación del comportamiento sexual de algunas especies hacia la figura humana, figura con la cual los animales de compañía, en cautiverio o en sistemas de explotación intensivos, están en contacto desde el nacimiento.

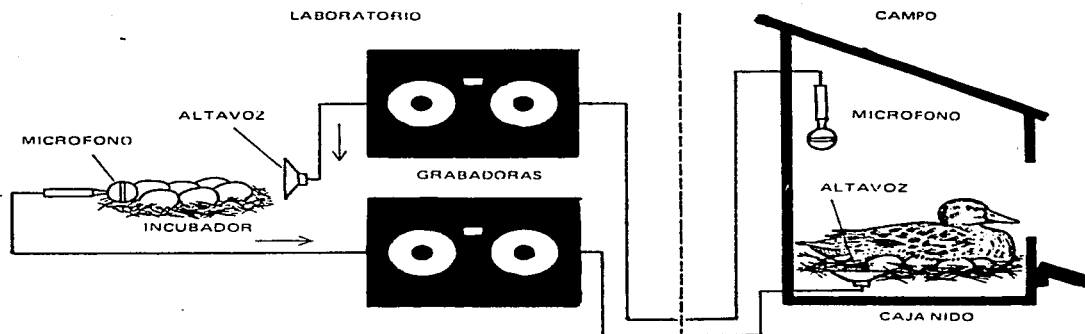
#### d) Impronta de hábitat

i) Acuicultura: Muchas especies comerciales son migratorias, desplazándose entre aguas dulces y saladas. Aquellas que nacen y se reproducen en aguas dulces y migran temporalmente al mar (i.e. salmones) son llamadas "anadrómas". Los salmones migratorios regresan a su río natal a reproducirse. Son capaces de reconocer el lugar exacto de donde provienen por el olor característico de su hábitat. Existe un período crítico durante el cual esta especie se impronta con su hábitat, y corresponde a un período inmediatamente anterior y durante su primera migración. El pez se impronta secuencialmente a los olores de la corriente en la que nacieron, el río que le

corresponde y así subsecuentemente hasta que llega al mar.<sup>110</sup> Los estudios de Hasler y Larsen<sup>71</sup> sobre el sentido del olfato de los peces ayudaron en gran medida al entendimiento de este tipo de migración. Si bien existen muchas teorías sobre los factores de migración (i.e. campos magnéticos y corrientes oceánicas) estos autores están convencidos que una vez cerca de su lugar de origen, los salmones se guían por las sustancias volátiles del material orgánico característico del río en que nacieron.

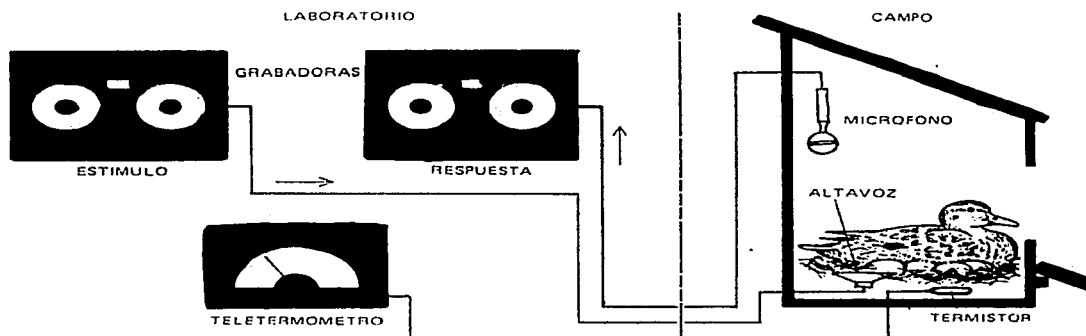
### 3) El estudio de la impronta

La observación del comportamiento de los animales en condiciones naturales es, sin duda alguna, la mejor técnica para registrar los patrones normales de comportamiento de una especie y elaborar un etograma. En base a éstos se comprueban modificaciones y/o aberraciones resultantes de cambios en el entorno como pudiera ser el confinamiento en sistemas de explotación intensiva o en zoológicos, cambiando así, tanto la estructura social como las interacciones entre los individuos. Los estudios en condiciones naturales presentan ciertas dificultades como el difícil acceso al hábitat de la especie, el alto riesgo de penetrar en esas áreas, localizar a la especie de estudio, el tiempo para obtener resultados, el alto costo del seguimiento del proyecto, entre muchas otras, pero sin duda el resultado siempre es invaluable. En 1972, Hess, *et. al.*,<sup>72</sup> proponen una manera de estudiar el proceso de impronta en ánades, bajo condiciones naturales pero utilizando técnicas de laboratorio. Ingeniaron la manera de registrar los sonidos emitidos tanto por la hembra como por las crías durante el periodo de incubación, colocando micrófonos y altavoces en el nido y en la incubadora del laboratorio. A continuación se presenta un esquema de las condiciones del experimento. (Figura 2).



Ánade hembra sentada en huevos sin fecundar; escucha sonidos transmitidos desde huevos de ánade colocados en una incubadora de laboratorio. Algunos sonidos de los que emite la hembra son transmitidos a un altavoz junto a los huevos del laboratorio. Esta combi-

nación de técnicas de campo y de laboratorio, permite registrar los hechos sin perturbar al ánade en el nido y facilita la ruptura de los huevos en condiciones casi naturales.



La manipulación remota de los sonidos de pre-ruptura se realiza colocando un micrófono sensible y un altavoz en el nido del ánade hembra, que está sentada sobre sus huevos. Los sonidos previamente grabados de los patitos durante la ruptura se transmiten en tiempos específicos gracias al altavoz, y las respuestas de

la hembra hacia estos estímulos son registradas. Un termistor transmite la temperatura del nido a un telemetro y a un registrador. Los registros del termistor señalan los datos de cuando las hembras están en el nido.

Figura 2: Condiciones de estudio semi-naturales del proceso de impronta en Anades (Hess, et. al., 1972).<sup>72</sup>

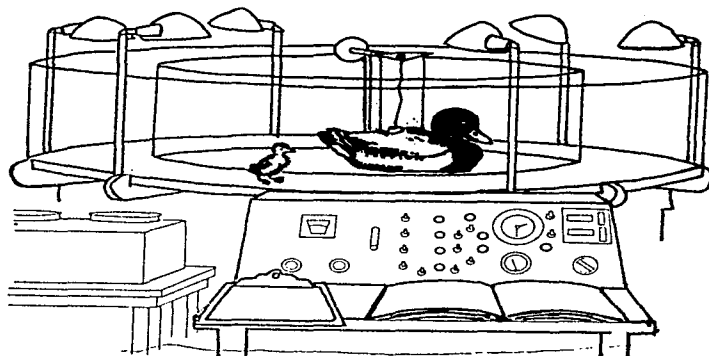


Gracias a este estudio, donde las condiciones naturales son mantenidas, Hess logró demostrar la importancia de las vocalizaciones de la madre y de los polluelos para su eclosión sincronizada, lo cual es importante para que las crías tengan una edad uniforme al nacimiento y puedan tener más o menos las mismas habilidades de locomoción y maduración de los órganos sensoriales. Además logró demostrar que cada hembra emite vocalizaciones con diferencias individuales, lo que ayuda a la cría a reconocerla una vez fuera del huevo y demostró también el efecto que la temperatura ambiente ejerce sobre el periodo de incubación. Así como Hess estudió el comportamiento de ánades durante el periodo anterior al nacimiento de los polluelos, muchos autores han publicado sus observaciones sobre distintas especies: Lickliter (1984/85)<sup>102</sup> describió el comportamiento asociado con el parto en los caprinos, Gottlieb (1985)<sup>61</sup> en los patos, Van Mourik (1986)<sup>145</sup> en los cérvidos y Jensen (1988)<sup>62</sup> en los porcinos. Otros autores han estudiado el comportamiento del neonato, crucial para la estimulación del comportamiento materno en muchas especies y para la formación del vínculo madre-cría.<sup>52,130</sup>

Ya sea que se hable de una impronta filial, sexual o maternal, siempre se menciona una restricción de preferencias sociales hacia un individuo u objeto como resultado de haber sido previamente expuesto a éste, durante un periodo particular del desarrollo individual. Para evaluar entonces si un animal ha quedado improntado, la prueba infalible es la de elección o preferencia entre dos estímulos, uno familiar y otro desconocido. La preferencia se demuestra por medio de las respuestas comportamentales que despliega un individuo y es gracias a éstas que se ha podido evaluar la fuerza del vínculo que establece con el objeto improntado. Las respuestas de comportamiento de apego dependen claramente de la precocidad de las especies y deben de ser estudiadas según sea el caso. De manera general, incluyen las vocalizaciones de contento o de inquietud, el seguimiento y la aproximación al objeto improntado, el contacto físico (amamantamiento, seguridad y juego), el despliegue de comportamientos de cortejo (canto y displays de galanteo), agresión hacia congéneres, enfín, los comportamientos de apego desplegados varían según el tipo de impronta, lo importante es reconocerlos para que puedan ser utilizados como medio de evaluación.

#### a) Pruebas de aproximación y seguimiento

En el caso clásico de impronta filial en aves precoces, los investigadores han ideado varias pruebas de laboratorio que les permiten registrar las respuestas de los sujetos de estudio de manera muy precisa. A continuación describiré una de esas pruebas y un instrumento utilizado para llevarla a cabo. Hess ideó un aparato que consiste en un círculo central alrededor del cual un modelo de pato silvestre puede moverse gracias a que está suspendido de un brazo giratorio. El modelo contiene un altavoz por el cual se emiten graznidos y un artefacto que produce calor. Alrededor del círculo central el investigador coloca un riel, sobre el cual es colocado el patito pocas horas después del nacimiento. En ese momento, se activa el modelo y se observa la respuesta del patito. Con este aparato, el investigador puede medir la distancia recorrida por el sujeto de estudio, el tiempo de permanencia cerca del modelo y grabar sus vocalizaciones, ya sea de contento cuando está cerca del modelo, o de inquietud cuando el modelo se aleja (Figura 3).



**Figura 3: Aparato utilizado en el estudio de la impronta en condiciones de laboratorio. Consiste en un riel circular alrededor del cual un modelo de pato puede moverse. En esta figura un patito sigue el modelo ( De Hess,E.H.,1959, En Hess, 1972)<sup>7</sup>**

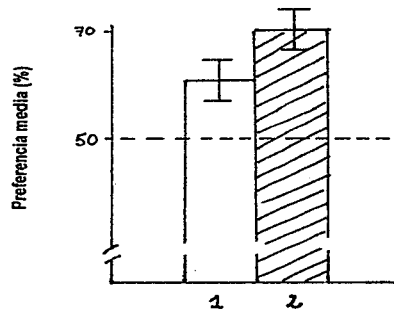
De una manera más sencilla, se ha puesto a prueba esta respuesta de seguimiento con objetos como pelotas, globos o carritos, o como el mismo Lorenz lo hizo, con la figura humana: Las aves precoces se improntan con lo primero que se les ponga frente a ellos.<sup>135</sup> La respuesta de seguimiento y aproximación también ha sido identificada en los ungulados, de hecho se ha realizado una clara diferenciación entre las crías "seguidoras" y las "no-seguidoras", dependiendo del hábitat y de la presencia de depredadores en el medio. Así, por ejemplo, dentro de las especies seguidoras encontramos que son característicamente grandes, ocupan medios abiertos, las crías presentan una capacidad de locomoción y desarrollo avanzados y los padres pueden defenderlos activamente puesto que se concentran en grandes grupos o manadas.<sup>117</sup> Siuckin<sup>135</sup> menciona las observaciones de Hediger (1955), el cual informó de una cebra que al perder a su madre, siguió a una camioneta en la reserva en la que se encontraba, o crías de búfalo que seguían a los caballos de los cazadores o corderos que buscaban siempre a la persona que les daba de comer. El caso de las cabras es particular ya que pueden adoptar cualquiera de las dos modalidades, sobre todo si son especies salvajes. Aún si las crías son precoces, se quedan en el lugar del nacimiento durante 3 o 4 días mientras que la madre se aleja para pastar; la misma táctica ha sido observada en los alces (*Alces alces*).

La respuesta de aproximación y seguimiento sirve para medir otro tipo de respuesta, como la de preferencia hacia un objeto, misma de la que se hablará a continuación.

#### b) Prueba de preferencia

Generalmente, esta prueba tiene dos etapas. La primera, llamada de entrenamiento, en la que se expone al sujeto de estudio frente a un estímulo "A". La segunda, de prueba, en la que se expone tanto al estímulo familiar "A" como a otro estímulo distinto "B". Se evalúa hacia cual de los dos estímulos se aproxima o sigue el sujeto de estudio, y si su comportamiento de apego se dirige principalmente al estímulo "A", se dice que se ha improntado con éste.<sup>23,36,37,75,84,91,135,143</sup> Que un individuo prefiera un objeto a otro quiere decir que ha aprendido sus características y que por lo tanto puede discriminarlas de las del otro objeto: A esto se le denomina aprendizaje perceptual.<sup>91</sup> Dentro del marco del estudio del aprendizaje perceptual y su vinculación con el proceso de

impronta, han surgido una variedad de experimentos para determinar cuales son las características del estímulo que provocan una mayor fuerza en la impronta. Se han manipulado desde las formas de los objetos, sus colores, su asociación con otros estímulos como el auditivo, hasta la influencia de su movilidad. Bolhuis y Horn (1992)<sup>36</sup> lograron demostrar que existe un proceso de generalización a nivel cerebral, sobre la forma del objeto improntado. Para ésto, entrenaron a dos grupos de pollos, ya sea con una caja roja rotatoria o con un cilindro rojo rotatorio. En la primera prueba de preferencia, los pollos fueron secuencialmente expuestos a un objeto similar al de entrenamiento (misma forma pero de color azul) y a otro diferente (caja azul para pollos entrenados con el cilindro rojo y cilindro azul para pollos entrenados con caja roja). En la segunda prueba de preferencia, fueron expuestos al objeto de entrenamiento y al objeto similar. Los resultados de la primera prueba revelaron que los pollos se acercaron 60 veces más al objeto similar que al disimilar; los resultados de la segunda prueba revelaron que los pollos se acercaron 70 veces más al objeto de entrenamiento que al similar (Gráfica 6).



**Gráfica 6: Resultados de la preferencia media hacia el objeto similar sobre el disimilar en la prueba 1, y por el objeto de entrenamiento sobre el nuevo similar en la prueba 2 (Bolhuis & Horn, 1992)<sup>36</sup>**

Los autores concluyeron que existe entonces una significativa generalización de las preferencias hacia un objeto de la misma forma que, pero de diferente color del objeto de entrenamiento durante el proceso de impronta filial, así como en cualquier otro proceso de aprendizaje. También en el caso de los pollos domésticos, Horn y McCabe<sup>75</sup> mencionan los trabajos de Schaeffer y Hess (1959) quienes demostraron que el color del objeto puede reforzar la respuesta de preferencia hacia un objeto. Los colores azul y rojo provocan una respuesta de seguimiento más eficaz que los colores amarillo, blanco y verde respectivamente. Van Kampen, *et al.* (1991)<sup>142</sup> y Van Kampen, *et al.* (1994)<sup>144</sup> lograron demostrar el efecto de potencialización entre el color del objeto y su forma para el desarrollo de una fuerte preferencia por ese objeto. Su explicación es la siguiente: Cuando se expone a un pollo a un objeto cuyo color le es más atractivo, presta más atención a la forma del objeto, activando así más conexiones neuronales y provocando una mejor fijación de la memoria. Su resultado concuerda con aquél de la investigación realizada por Horn y McCabe (1984),<sup>75</sup> pero en la que utilizan un objeto simple y uno complejo (pato salvaje embalsamado): Un estímulo complejo activa una mayor cantidad de neuronas, las cuales, a su vez, están más distribuidas e interconectadas en la red neuronal del HVMI. Otro efecto de potencialización entre estímulos es el que se da entre los auditivos y los visuales: Van Kampen y Bolhuis (1993)<sup>143</sup> y Bolhuis y Honey (1994)<sup>37</sup> demuestran que la presentación de estos dos tipos de estímulos al mismo tiempo ejercen una mayor influencia sobre las neuronas del HVMI, y que un pollo al que se le ha entrenado con un objeto que emite un sonido, durante la prueba de preferencia muestra una mayor atracción hacia ese objeto aunque ya no emita un ruido. Horn y McCabe<sup>75</sup> mencionan los trabajos de Gottlieb (1965) quien demuestra que como estímulo auditivo, las vocalizaciones de una hembra son más efectivas que cualquier otro sonido. En el caso de aves altrices como (*Turdus merula*), (*Larus atricilla*) y (*L. argentatus*), existe también un proceso de aprendizaje perceptual, en el cual la cría discrimina las características visuales del "objeto" que lo alimenta. Su comportamiento de apego es expresado por una respuesta de solicitar comida. Durante el entrenamiento, un modelo de ave adulta les proporciona alimento, posteriormente en la prueba, dirigen el comportamiento de apego hacia el modelo de entrenamiento, aún si éste no los alimenta en este caso, y una clara respuesta de

miedo hacia un modelo diferente.<sup>85,86</sup> Sin embargo, el alimento juega en este caso un papel importante para que la figura de los padres sea aprendida, tal como si fuera un aprendizaje asociativo. Una vez más, la explicación puede basarse en que los estímulos intercambiados entre los padres y las crías son mínimos en comparación con las aves precoces, la exclusividad del cuidado de los padres y el grado de maduración de los órganos de los sentidos de las crías.

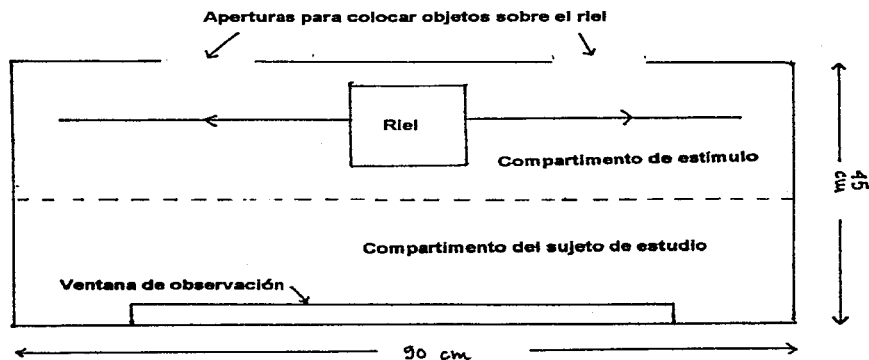
En las pruebas de preferencia o discriminación de una hembra hacia sus crías, se han modificado desde las características físicas de las crías (color del pelaje y olor),<sup>2,3,4,5,7,16,20,64,147</sup> hasta la ablación de los órganos sensoriales de las madres. Desde incluir crías ajenas en las bandadas y registrar el comportamiento de las hembras (generalmente de agresión hacia la cría extraña) hasta colocar a las hembras en laberintos en forma de "T" y a su cría en uno de los extremos del laberinto y a la extraña en el otro, para subsecuentemente registrar su elección.<sup>132</sup> Se han tomado en cuenta desde el tipo de crianza a la que fue expuesta la hembra (aislada, en grupos de hembras o grupos mixtos) hasta los cambios hormonales para la regulación del comportamiento materno. Se han realizado grabaciones de las vocalizaciones de las madres y se han analizado para determinar si son específicas de cada hembra.

En cuanto a las pruebas de preferencia sexual, se han manipulado desde los objetos de impronta hasta los niveles hormonales de los sujetos de estudio.<sup>80</sup> Se han tomado en cuenta las experiencias sociales de los sujetos de estudio (grupos mixtos o grupos por sexo)<sup>97,98,153</sup> y la importancia de su sexo para determinar los mecanismos de elección de pareja (74,148). Para estudiar la impronta sexual se debe de tomar en cuenta que un individuo, a la edad a la que presenta sus primeras reacciones sexuales, ya ha tenido tiempo de experimentar y aprender del entorno. Para "minimizar" los efectos del aprendizaje sobre la elección de una pareja, los investigadores han "acelerado" el proceso de maduración sexual por medio de la aplicación de hormonas a los sujetos de estudio. Las hormonas testiculares no parecen estar involucradas en la adquisición de una preferencia durante el desarrollo temprano en aves, pero han demostrado que la testosterona se requiere para expresar una preferencia en la vida adulta de un ave macho.<sup>80</sup>

Como no es posible describir cada uno de los aparatos utilizados en los diferentes experimentos de impronta, se describen a continuación algunos de ellos con el afán de

ejemplificar algunas de las metodologías utilizadas para registrar y evaluar el complejo proceso revisado en esta tesis :

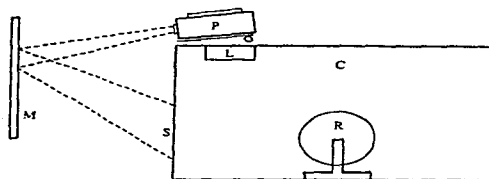
**FIGURA 4: Caja experimental propuesta por Hoffman (1968) ( Boakes y Panter,1985).<sup>32</sup>**



Tanto el compartimento de estímulo como el del sujeto de estudio están pintados de negro. La división entre ellos está hecha de una malla de alambre. Cada compartimento está iluminado con luz fluorescente de 30 W y 60 W respectivamente. La velocidad a la cual se mueve el riel es de 8 cm/s. A través de las aperturas es posible colocar diferentes estímulos sobre el riel. El observador registra el comportamiento del sujeto de estudio a través de la ventana de observación.

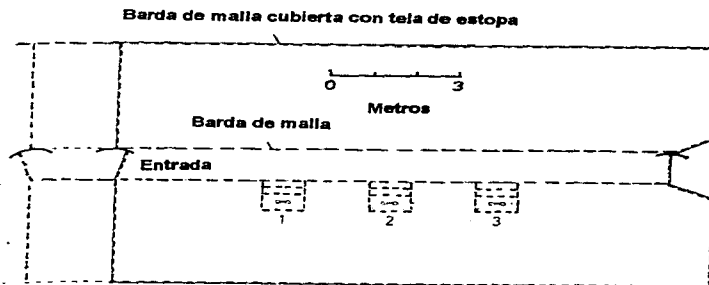


**FIGURA 5: Cabina experimental propuesta por Bolhuis y Honey (1994)**<sup>37</sup>



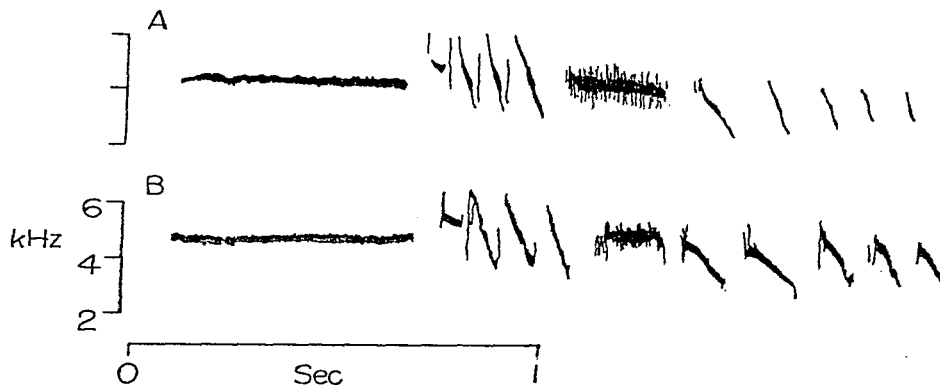
Vista lateral de la cabina experimental (C) y disco giratorio (R) utilizados durante las pruebas y el entrenamiento de impronta. Un proyector (P) es utilizado para presentar un estímulo vía un espejo (M) que proyecta la imagen sobre una pantalla (S) localizada al final de la cabina. Puede ser presentado un llamado materno a través de una bocina (L).

**FIGURA 6: Corredor propuesto por Alexander y Shillito (1977) para estudiar el reconocimiento materno de las crías en ovinos**

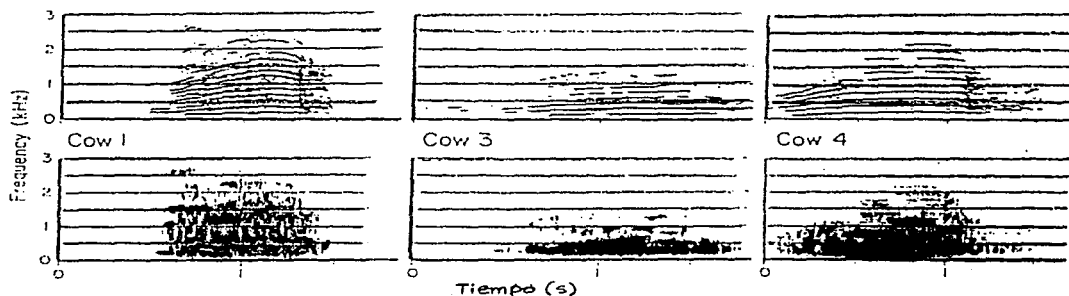


Plano del corredor en el que son colocadas las borragas, posición de las jaulas en las que son colocados los corderos (Uno de los tres es siempre la cría de la borrago puesta a prueba), divisiones de las jaulas (En tres partes: Frente, media y trasera) y posición de los ventiladores en la parte trasera de las jaulas, utilizados para forzar la circulación del aire pasando por los corderos y llevándolo hasta el corredor, a razón de 1mfs.

FIGURA 7: Audioespectogramas

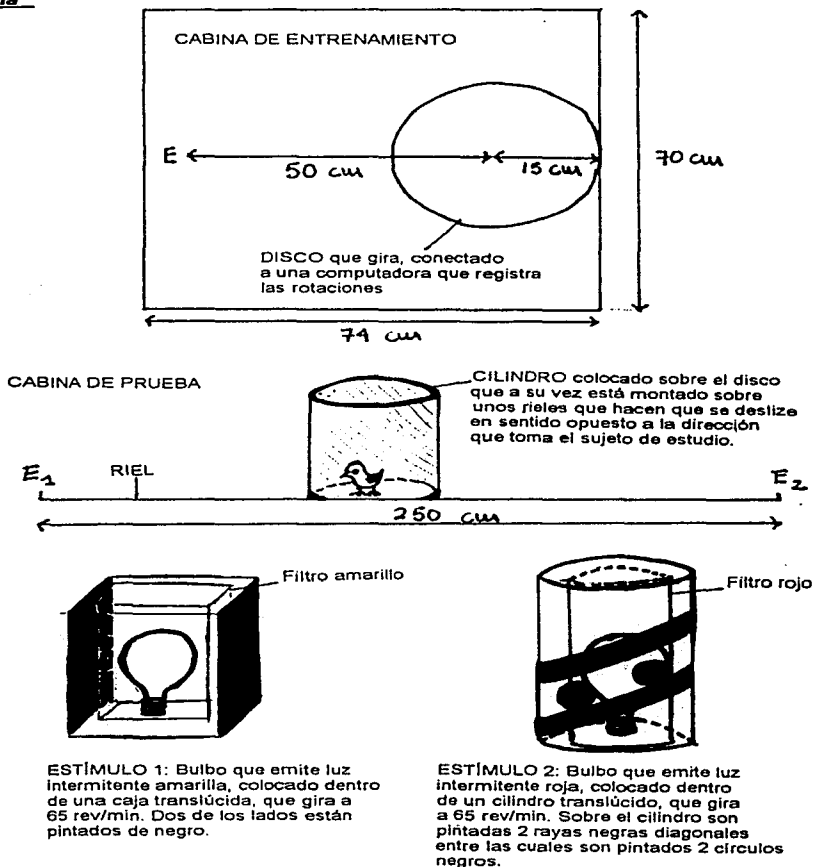


El gorrión de corona blanca "B" aprendió el canto de su tutor de la subespecie (*Z. l. pugetensis*) "A". A) Canto del tutor B) Canto del "alumno" (Baptista & Petrinovich, *Anim.Behav.* 32: 172-181 (1984).



Audioespectogramas de banda corta y larga de llamados típicos de 3 vacas (Barfield; Tang-Martínez & Trainer. *Ethol.* 97: 257-264 (1994).

**FIGURA 8. Aparato propuesto por Bateson y Jaeckel (1974) para medir las respuestas de preferencia<sup>23</sup>**



Adaptado de Bateson y Jaeckel, 1974

Estos dos autores propusieron una manera de medir las respuestas de preferencia, tomando en cuenta tanto el periodo de entrenamiento de los pollos - en este caso - como el de prueba. Entre las medidas que registraron se encuentran las siguientes:

- a) Latencia de aproximación durante el entrenamiento: Es el tiempo desde el principio del entrenamiento hasta el momento de la cuarta rotación completa del disco provocada por el sujeto de estudio en su intento por aproximarse al estímulo.
- b) Cantidad de aproximaciones: Se refiere a la cantidad por segundo de rotaciones hacia adelante de la rueda de entrenamiento.
- c) Aproximación inicial: Cantidad de aproximaciones durante 20 minutos a partir de la primera aproximación, excluyendo el periodo durante el cual la luz intermitente fue apagada.
- d) Aproximaciones totales: Se refiere a la cantidad de aproximaciones durante las 8 sesiones de entrenamiento.
- e) Elección inicial: Se refiere al primer intento de aproximación hacia el estímulo en el aparato de prueba. Para que sea tomado en cuenta, el pollo debe recorrer por lo menos 1 cm.
- f) Latencia de elección durante la prueba: Es el tiempo registrado desde el principio de la prueba hasta el momento de elección inicial del pollo.
- g) Preferencia por lo familiar: Es la distancia total recorrida por el pollo en el riel, medida en centímetros.
- h) Prueba de movimiento: Es la distancia total recorrida por el disco de prueba sobre los rieles. En esta medida se resta la distancia recorrida por el pollo en dirección opuesta al objeto.
- i) Vocalizaciones: Cantidad de vocalizaciones de descontento identificadas y registradas manualmente por el experimentador durante el primer minuto de la prueba de elección.

Una vez registradas estas medidas, los autores proceden a hacer una estandarización de los resultados, y posteriormente el análisis.

#### 4) Modelo del proceso nervioso implicado en la impronta

Desde que inició sus investigaciones sobre la impronta, Konrad Lorenz la describió como un proceso diferente al proceso de aprendizaje asociativo conocido hasta ese momento. A finales de 1960, las teorías sobre el aprendizaje y la memoria despertaron mucho interés entre los investigadores, cuyos trabajos permitieron introducir ideas nuevas, ampliamente aceptadas en la actualidad, como la que sugiere que tanto el aprendizaje como la memoria, consisten en diferentes sistemas, cada uno sirviendo a distintos propósitos y operando de acuerdo a diferentes principios.<sup>131</sup> En la misma época, tomó también importancia una corriente de investigación, cuyo propósito sigue siendo el analizar los substratos nerviosos y mecanismos que están a la base del comportamiento, la neuroetología.<sup>50</sup> El proceso de impronta filial es actualmente considerado como un tipo especial de aprendizaje, y como tal, posee sistemas particulares que interactúan a nivel neuronal. Bateson y Horn (1994)<sup>27</sup> propusieron un modelo del proceso nervioso implicado en la impronta, el cual se describe a continuación: Los autores parten de la idea que cuando un pollo reconoce al objeto con el cual tuvo contacto previamente, el pollo ha establecido una representación interna de ese objeto durante el periodo de exposición. El modelo propone que el comportamiento de los animales se basa en tres sub-procesos secuenciales: El Análisis de las características del estímulo, el Reconocimiento de la combinación de esas características familiares y la Organización de una respuesta apropiada.

##### a) Arquitectura del modelo

Consiste en tres sistemas: ANALISIS - RECONOCIMIENTO - EJECUCIÓN. El sistema de Análisis "descompone" los estímulos recibidos a través de los órganos sensoriales. El sistema de Reconocimiento almacena y procesa la información recibida y el sistema de Ejecución organiza la respuesta motora, que en este caso puede ser la aproximación, el seguimiento o las vocalizaciones. Cada sistema posee uno o más MÓDULOS, los cuales están unidos entre sí y con los módulos de los otros sistemas. La unión directa entre los módulos de A y de E es considerada como un "puente" (Figura 9).

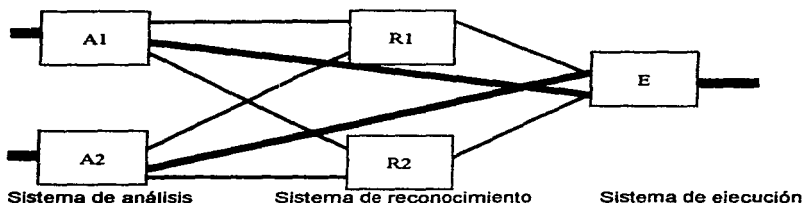


Figura 9: Figura de la versión más simple del modelo. Todos los módulos en el sistema de Análisis están unidos a todos los módulos en el sistema de Reconocimiento, que a su vez, están unidos a todos los módulos del sistema de Ejecución. Todos los módulos en el sistema de Análisis están también unidos directamente, a través de un puente, con el módulo en el sistema de Ejecución que controla el comportamiento filial de aproximación (Bateason & Horn, 1984)<sup>27</sup>

Cada módulo contiene UNIDADES, las cuales están conectadas entre sí. Por ejemplo, cada módulo de Reconocimiento (R) consiste en tres unidades: Una Unidad P, una Unidad I y una Unidad S. Estas unidades "imitan" algunas de las propiedades de las neuronas, como la plasticidad. Esta característica les permite reorganizarse a manera de una reestructuración de la actividad sináptica o de una neoformación de moléculas, para poder adaptarse a las modificaciones en el entorno<sup>8</sup>.

- La Unidad P tiene una conexión plástica excitatoria con una unidad de A.
- La Unidad I tiene una conexión no-plástica excitatoria con la misma unidad A.
- La Unidad S o de "salida", tiene una conexión excitatoria no plástica con la Unidad P y una conexión inhibitoria no plástica con la Unidad I (Figura 10).

<sup>8</sup> Andreoli, V.: Dos biologías para la psiquiatría. *Rev. del Res. de Psiq.*, 5 : 12-18 (1994).

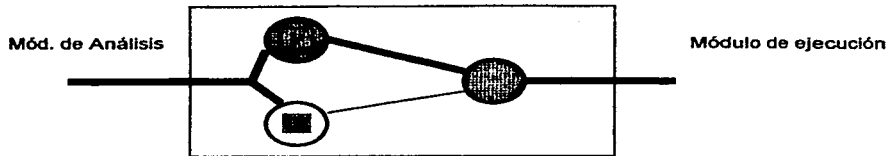


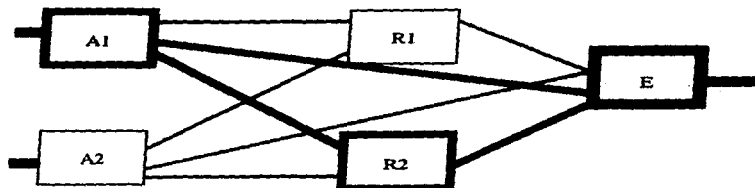
Figura 10: Propuesta de la organización interna de un módulo de Reconocimiento unido a un módulo de Análisis y a un módulo de Ejecución. La Unidad plástica excitatoria dentro del SR está marcada con una P y la unidad inhibitoria con una I. La Inhibición se muestra entre la entrada de un módulo A y la unidad de salida del módulo R. Las conexiones inhibitorias laterales entre unidades P en otros módulos R no se muestran (Bateson & Horn, 1994).<sup>27</sup>

#### b) Cómo funciona el modelo

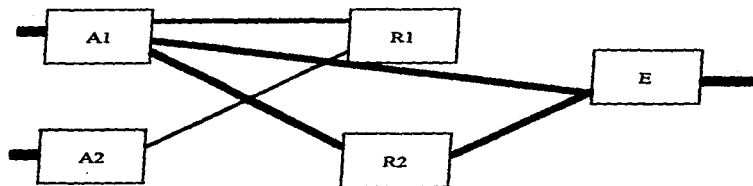
Cada unidad P de los módulos R, se encuentra en un estado de excitabilidad espontánea fluctuante, alta o baja, e independiente del grado de excitabilidad de las otras unidades P de los módulos R. Así, cuando un módulo A manda las señales, la unidad P que se encuentre altamente excitable en ese momento será activada, e inhibirá lateralmente las unidades P de otros módulos R que se encuentren en un grado de excitabilidad bajo. Las conexiones entre una unidad del módulo A con una unidad P se refuerzan cuando se activan conjuntamente, y mientras más frecuentemente esa activación se lleva a cabo, más fuerte es la conexión entre ellas, hasta que llega a un grado máximo. Cuando la conexión está reforzada y el estímulo es presentado de nuevo, la unidad de A previamente activada excitará a la misma unidad P de R, aún si P se encuentra en un estado de excitación bajo.

Durante un cierto periodo después de la activación, las unidades P mantienen un estado de excitación alto. Como resultado, si el sistema de Análisis detecta una serie de estímulos y los módulos apropiados se activan, sus conexiones con las unidades P ya activas también se ven reforzadas. Con ésto, diferentes combinaciones de estímulos son colocadas en una misma categoría si los estímulos son presentados en intervalos de tiempo cortos (Figura 11: a y b).

a)



b)



**Figura 11.a)** Las uniones positivas en el modelo ARE después de haber sido expuestas a un estímulo que activó el módulo A1. La excitabilidad espontánea de la unidad P en el módulo R2 resultó ser más alta que en R1, en el momento de la entrada del estímulo por A1. Por lo tanto, las unidades en A1 y R2 estaban activadas simultáneamente, mientras que aquellas en A1 y R1 no, y A2 estaba inactiva cuando la unidad P de R2 estaba activa. El grado de excitación de la unidad P en el módulo E se reforzó por su unión directa con A1. R2 y E estaban activas simultáneamente, mientras que R1 y E no lo estaban. A2 estaba inactiva cuando E estaba activo. Como resultado de la activación simultánea, la conexión entre las unidades en A1 y R2 se reforzó, así como aquella entre R2 y E. Las uniones A2-R2 y A2-E se debilitaron. (b) Finalmente, el proceso se completa y las conexiones A1-R2 y R2-E están en su máximo y las conexiones positivas A2-R2 y A2-E desaparecen. La fuerza de las conexiones positivas se indica por el grosor de las líneas (Batsone & Horn, 1984).<sup>27</sup>



Las conexiones se debilitan cuando las unidades del sistema A están inactivas y las unidades P en el sistema R están activas. Cuando la conexión con una unidad P de R está debilitada, una unidad I de A puede inhibir la salida de señales del módulo R que contiene esa unidad P. El debilitamiento de las conexiones puede hacer que éstas desaparezcan. Las mismas reglas de reforzamiento y debilitamiento se dan entre las conexiones de las unidades de salida de los módulos R y las unidades P de los módulos del sistema E que controlan la aproximación. Pero, la excitación del sistema E puede ser aumentada directamente por los puentes existentes con las unidades A. La conexión de "puenteo" entre A y el módulo E que controla la aproximación empieza siempre con un grado de excitabilidad máximo. Pero, la excitabilidad del sistema E puede ser aumentada o disminuida por el estado motivacional del sujeto de estudio.

Poniendo ésto en un ejemplo práctico, tenemos que:

- El sistema de Análisis corresponde a la función de los órganos sensoriales. Es por medio de las células sensoriales que un individuo recibe un estímulo externo, lo procesa y lo descompone de manera a informar al sistema nervioso central sobre las modificaciones del entorno. Si tomamos como ejemplo un estímulo visual, tenemos que el sistema de análisis lo descompone en líneas, orientación, dirección de movimiento y color, además de transmitir la intensidad a la cual cada detector de estas características es activado. Por lo tanto, las características del estímulo son muy importantes ya que pueden activar, según si es un estímulo simple o complejo, un menor o mayor número de neuronas, a distintas intensidades, que se proyectan en el sistema de reconocimiento. Rosenzweig (1984)<sup>126</sup> demostró que muchos aspectos de la estructura química y fisiología del sistema nervioso de ratones pueden ser modificados significativamente si son expuestos a entornos enriquecidos: La experiencia que ésto les aporta se ve reflejada en las medidas neuroanatómicas de las dendritas, del número de proyecciones dendríticas y del tamaño de las áreas sinápticas de contacto. En estudios enfocados a la impronta en aves, los investigadores observaron que los objetos de color azul y rojo provocan una mejor respuesta de seguimiento que los de color verde o blanco. Que los objetos complejos, como un modelo de gallina, tienen como consecuencia una mayor fuerza en la impronta que objetos sencillos como una taza, reforzando

además la respuesta si el objeto utilizado como estímulo visual está acompañado por un sonido.<sup>76,84,142,143,144</sup> Está ya comprobado que existe un efecto de potencialización entre los estímulos visuales y auditivos, es decir, que juntos ejercen una mayor influencia en las neuronas del Hiperestriatum Ventral Medio e Intermedio (HVMI). De hecho se ha demostrado que en HVMI existen neuronas que responden a estímulos visuales, otras a estímulos auditivos y otras que responden a la combinación de éstos dos.<sup>143</sup> Un estímulo complejo aumenta la atención del individuo, por lo tanto puede captar más información. Horn y McCabe (1984)<sup>25</sup> lograron demostrarlo imprimiendo a pollos ya sea con una caja roja con luz intermitente o con un modelo de gallina. Posteriormente provocan una lesión en el HVMI y registran las respuestas de los animales durante la prueba de elección. Los pollos imprimados con el modelo de gallina responden mejor: Las neuronas activadas por un estímulo complejo están más distribuidas que aquellas activadas por uno simple. Horn,<sup>76</sup> propone que además del HVMI existe una región cerebral anexa, la cual está involucrada en el reconocimiento de las características generales de conspecificos. Se debe de tomar en cuenta que el modelo de gallina tiene un significado biológico para los pollos, por lo que se infiere que el sistema nervioso central responde con mayor fuerza, por la existencia de una predisposición innata a reconocer la propia especie. Se ha demostrado que en la corteza temporal de monos rhesus existen neuronas especializadas que responden selectivamente a la cara de otro mono o de un ser humano. Talvez los pollos también las posean. Bateson y Seaburne-May (1973)<sup>22</sup> lograron demostrar que pollos expuestos a la luz desde el nacimiento presentaban una respuesta de seguimiento mas rápida que aquellos criados en la obscuridad y explican que la activación de la red visual por simple uso hace madurar más rápido el sistema de ejecución que controla las respuestas de comportamiento.

- El sistema de Reconocimiento corresponde a una región del cerebro que almacena la información recibida por el sistema de análisis y la integra. En el caso de las aves domésticas, esta región está situada en la parte frontal del cerebro, y es conocida como el hiperestriatum ventral izquierdo medio e intermedio (HVMI) (Figura 12).

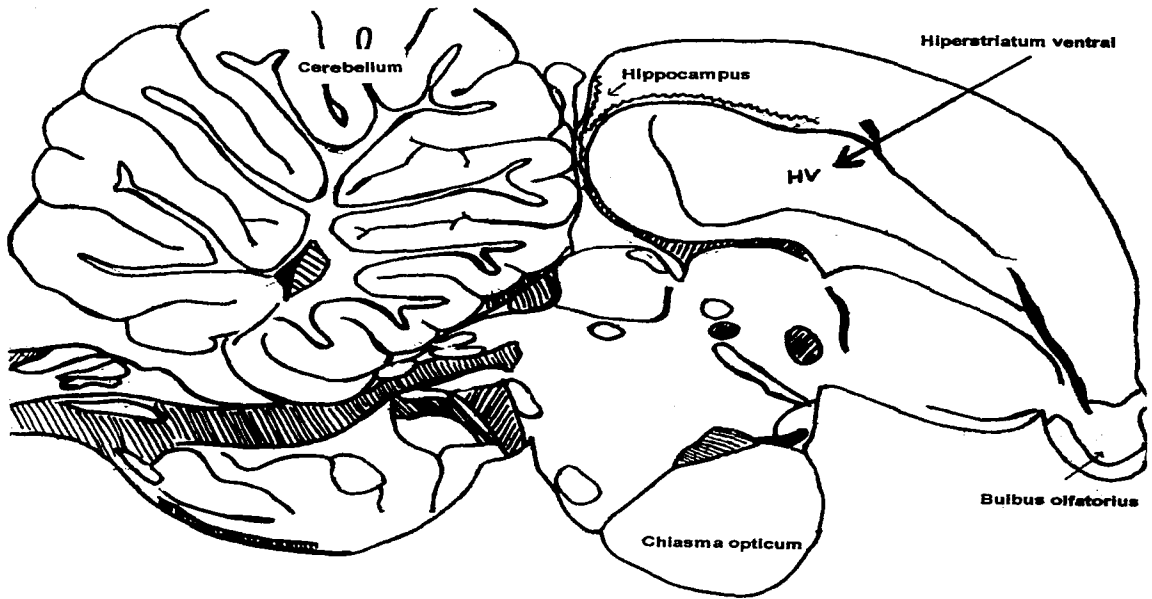
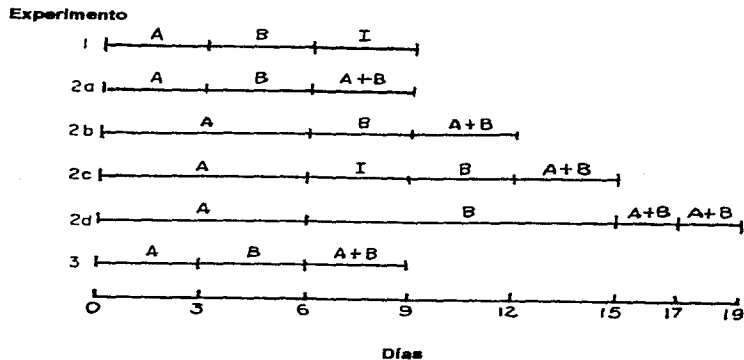


Figura 12: Corte transversal de cerebro de (*Gallus gallus domesticus*) (Baumel, J.J.: *Nomina Anatómica Avium*, 1979)<sup>28</sup>

Esta región recibe fibras nerviosas de muchas áreas de la corteza, incluyendo los sistemas sensoriales.<sup>76,108</sup> El proceso de almacenamiento de información o memoria está basado en un cambio en el metabolismo de proteínas y ARN en esa región del cerebro, además de un cambio en el tamaño y/o en el número de uniones sinápticas.<sup>76,126</sup> Para ejemplificarlo, Bolhuis y Bateson (1990)<sup>35</sup> experimentaron con pollos a los que presentaron un estímulo "A" durante 3 días; posteriormente un estímulo "B" durante otros 3 días y después los sometieron a 6 pruebas de elección presentándoles simultáneamente los estímulos A y B, a diferentes intervalos de tiempo. El objetivo del experimento era demostrar la reversibilidad de preferencias, asociada con los mecanismos de almacenamiento de información y por lo tanto, con los de reconocimiento de un estímulo.<sup>35</sup> En la siguiente figura se presenta el procedimiento utilizado en los experimentos (Gráfica 7).



**Gráfica 7:** Procedimientos utilizados en los 6 diferentes experimentos. Los períodos de exposición (en días) a los diferentes objetos están indicados debajo el eje horizontal del tiempo, que empieza cuando los animales son colocados por primera vez en las jaulas. A y B indican el primer y segundo objetos de impronta, respectivamente. A+B indica que los pollos fueron expuestos a los dos objetos simultáneamente. I: Período de aislamiento. Las pruebas de preferencia están indicadas por líneas verticales (Bolhuis & Bateson, 1990).<sup>35</sup>

En el modelo siguiente se presenta la explicación de lo que ocurre a nivel neuronal, en el sistema de Reconocimiento, para obtener los resultados de la figura 2, y demostrando que algunas conexiones o sinapsis pueden ser modificadas en su tamaño (Figura 13).

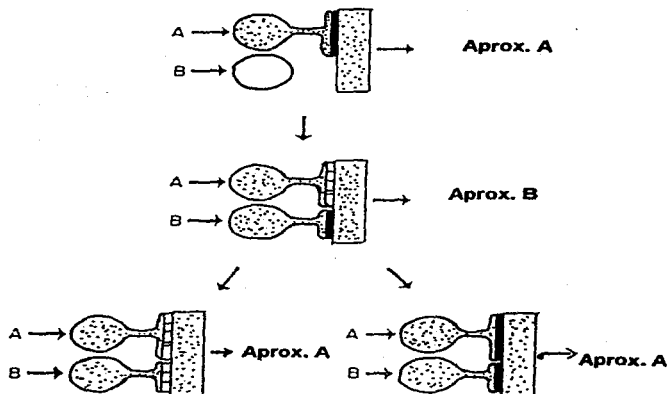


Figura 13: Un modelo de las 3 etapas de un experimento en el que unas aves son imprintedas con 2 objetos, A y luego B. El modelo muestra lo que pasaría en pruebas de elección entre A y B. En la primera prueba, mostrada en la parte superior, el ave ya ha formado una representación de A, pero no está todavía imprintedado con B. La representación de A está conectada con el sistema de ejecución que controla el comportamiento final y el objeto A es fuertemente preferido. En la segunda prueba, después de que el ave ha sido expuesta al objeto B, se ha formado una representación de B y se han hecho conexiones entre esa representación y el espacio representado del sistema de ejecución. Mientras tanto, por desdeseo, muchas de las conexiones con la representación de A están involutas, por lo que B es preferido. La tercera etapa muestra lo que pasaría después de un período de aislamiento de A y de B (a la izquierda) o después de una exposición de A y B simultáneas (a la derecha). Después de un período de desaseo, las conexiones de las dos representaciones han llegado a un nivel de excitación bajo, pero aquellas de A representan la mayoría por lo que A es preferido. Después de la exposición simultánea a los 2 objetos, las conexiones de la representación de A son una vez más mayores y A es preferido (Bolhuis & Bateson, 1990).

Ahora bien, la primera fase en un experimento de impronta consiste en exponer a un sujeto de estudio a un objeto. Su primera respuesta es de aproximación y seguimiento. En este caso, el individuo no parece diferenciar entre un objeto cualquiera y uno parecido a su especie, es decir, no "utiliza" el sistema de reconocimiento. En el modelo propuesto por Bateson y Horn,<sup>27</sup> esta respuesta motora inmediata se explica por el puente que existe entre el sistema A y el módulo de aproximación del sistema E. Pero es durante este primer contacto que se activa el sistema R, lo que permite que se lleve a cabo un aprendizaje rápido. Para la siguiente exposición al objeto, la respuesta de aproximación será mediada por la conexión reforzada entre los sistemas A, R y E. Como ya he mencionado, la memoria que el estímulo deja en el cerebro depende de sus características, pero existe también un factor tiempo de exposición al objeto: Mientras más se esté expuesto a un objeto, más se excitan las unidades P de los módulos R, reforzando así las conexiones. Se han descrito 3 tipos de memoria: La memoria a corto término, que resulta de una hiperpolarización neuronal la cual es consecuencia de un aumento en la conductancia de potasio a través las membranas neuronales; en un pollo, este tipo de memoria está en su fase más activa de 5 a 10 minutos después de una prueba. La memoria a término medio, durante la cual las neuronas también están hiperpolarizadas pero por la activación de la bomba de sodio; es más activa de 15 a 30 minutos después de la prueba. La memoria a largo término se establece después de 60 minutos de la prueba, y requiere de la síntesis de proteínas para llevarse a cabo. El factor "estado motivacional" del sujeto para el almacenamiento de información está relacionado con la producción de un neurotransmisor, la acetilcolina, y la habilidad para aprender se ha relacionado con la actividad de la acetilcolinesterasa en la corteza cerebral.<sup>126</sup>

Durante la segunda fase de un experimento de impronta, un sujeto es expuesto a un objeto extraño y su respuesta es de huida. En este caso y utilizando el modelo, la explicación es la siguiente: El módulo E de huida es controlado directamente por módulos de A y tiene conexiones mutuas inhibitorias con el módulo E de aproximación.

Diferentes estímulos con representaciones separadas dentro del sistema de Reconocimiento pueden excitar el mismo módulo del sistema de Ejecución, de manera que el acceso se "satura" a causa de la experiencia. Esto puede explicar la finalización del periodo sensible para la impronta.<sup>27</sup>

- **El sistema de Ejecución:** Este sistema corresponde a las áreas en el cerebro que controlan la actividad motora. En este caso hablamos de la aproximación y de la huida, pero puede ser cualquier mecanismo que controle cualquier patrón motor que esté involucrado en la ejecución del comportamiento filial (en este caso).<sup>26</sup> En realidad, este sistema utiliza la información almacenada en el sistema de Reconocimiento para controlar el comportamiento social (filial o sexual) del animal.

En realidad la presentación de este modelo del proceso nervioso implicado en la impronta es mucho más complicado, en esta revisión solamente se incluyen los elementos más básicos para simplificarlo.

### **III. LAS FASES SENSIBLES DE APRENDIZAJE**

#### **1) ¿Qué son las fases sensibles ?**

En 1873, D.A. Spalding escribió sus reflexiones sobre la naturaleza del instinto, basadas en sus observaciones y experimentos con pollos recién nacidos. Fueron estos escritos, recopilados en 1954 en el *British Journal of Animal Behaviour* por Haldane, que inspiraron a muchos investigadores a continuar con el estudio de lo que Lorenz, en 1935, denominó como fases sensibles. Spalding escribió: " Antes de que los pollitos hubieran abierto los ojos les metí sobre la cabeza unos pequeños capuchones... Que en ciertos casos mantenían a los pollitos en total obscuridad... En este estado de ceguera... Los dejé de uno a tres días... Después de removido el capuchón, el pollito se sentó inmóvil y quejoso... Cuando apliqué mi mano... El pollito inmediatamente la siguió con la vista hacia atrás y hacia adelante... Sobrevino el caso de tres pollitos a los cuales mantuve encapuchados casi cuatro días... Una vez retirado el capuchón, cada uno de estos animalitos se mostró aterrificado ante mi presencia y corrió en dirección contraria siempre que traté de aproximarme... Fuera cual fuese el significado de ese acentuado cambio de su constitución mental... No pudo haber sido efecto de la experiencia; debió ser consecuencia total de cambios ocurridos en su propia organización".<sup>135</sup> Actualmente, las fases sensibles han sido

definidas como períodos de tiempo durante los cuales un animal en desarrollo es especialmente susceptible a tipos particulares de experiencias.<sup>106</sup> Esta susceptibilidad tiene como base el estado de desarrollo del sistema nervioso en ese momento.<sup>79</sup> La fase sensible de cualquier tipo de aprendizaje es el momento en el desarrollo de un animal en el que esa forma particular de aprendizaje puede llevarse a cabo.<sup>134</sup> Bateson (1979)<sup>24</sup> explica las fases sensibles haciendo una analogía: El animal en desarrollo está representado por un tren que viaja en un solo sentido de un lugar llamado "Concepción" hacia un lugar indeterminado. La teoría se basa en que todas las ventanillas son opacas y están cerradas, durante la primera parte de la jornada. Luego, en un momento particular todas las ventanillas se abren y los pasajeros están expuestos al mundo exterior. Un poco después, todas las ventanillas se cierran. De una manera más refinada, se podría pensar que el tren está dividido en diferentes compartimentos, y que diferentes ventanas se abren y cierran en diferentes momentos durante la jornada. Cada compartimento del tren y sus ocupantes representan un sistema comportamental, sensible al exterior en cierto estadio del desarrollo. En la siguiente figura se representa la analogía (Figura 14).

A las fases sensibles se les ha llamado también periodos óptimos, puntos vulnerables, fases cruciales, periodos susceptibles o periodos críticos. Este último término ha sido utilizado en los casos en los que si el aprendizaje no se lleva a cabo durante el periodo en cuestión, nunca más se podrá realizar. Puede ser que en algunos casos sea verdad, pero generalmente el término es muy drástico.<sup>134</sup>

El caso clásico de fase sensible ha sido estudiado en el proceso de impronta. Para estudiarla, los factores que se evalúan son la edad del sujeto de estudio, el tiempo de exposición al objeto de impronta y la distancia que el animal mantiene con respecto al objeto durante la prueba. Un ejemplo de experimento es aquél propuesto por Ratner y Hoffman (1974),<sup>122</sup> el cual se describe a continuación: Los patos, sin ninguna experiencia visual previa, son colocados en el aparato siguiente (Figura 15).



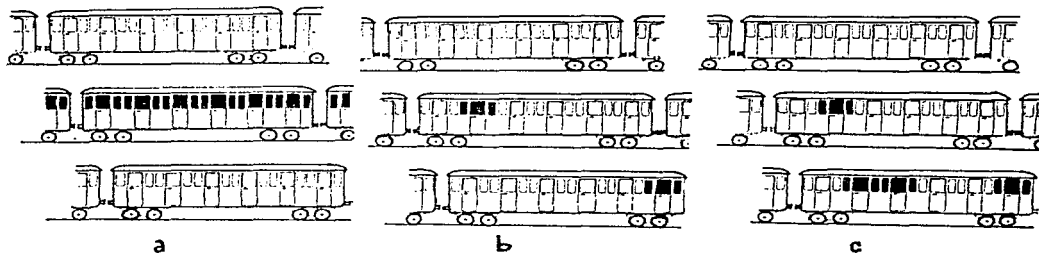


Figura 14: (a) Todas las ventanas opacas en "el tren del desarrollo" se mantienen cerradas hasta la etapa 2, en la que se abren durante un periodo de tiempo definido y luego se cierran por el resto de la jornada. (b) Las ventanas de los compartimentos en el "tren del desarrollo" se abren en distintos momentos por un periodo fijo y luego se cierran. Cada compartimento representa un sistema diferente del animal. (c) Las ventanas de los compartimentos se abren en distintos momentos y se mantienen abiertas durante el resto de la jornada. El "final" de un periodo sensible resulta de los cambios en los ocupantes del compartimento (Bateson, 1979).<sup>24</sup>

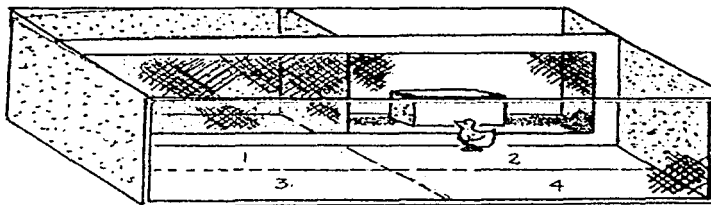


Figura 15: Aparato utilizado para la prueba. Los números en el piso corresponden a los 4 cuadrantes (Ratner & Hoffman, 1974)<sup>127</sup>

La edad de exposición inicial es ya sea de 12 horas o de 5 días. Los sujetos tienen la oportunidad de escapar del estímulo. Son colocados inicialmente en el centro del cuadrante que se encuentra frente al objeto de impronta (cuadrante 2). El estímulo en ese momento es visible y está en movimiento. La respuesta de escape se traduce por la entrada del pato a cualquiera de los otros cuadrantes en el aparato. Cuando esto ocurre, el estímulo es automáticamente retirado y no se vuelve a presentar hasta que el pato vuelve a entrar al cuadrante 2. Cada sesión duraba 30 minutos, 2 veces al día durante 3 días sucesivos. Una vez obtenidos los datos, evalúan el tiempo que cada animal pasa en el cuadrante 2: Los patos de 12 horas de edad tienden a aproximarse mientras que los de 5 días de edad tienen una marcada respuesta de huida. Existe entonces algún momento entre las 12 horas y los 5 días en que se produce un cambio en la receptividad del animal, responsable de provocar el comportamiento de aproximación. Otro ejemplo de la existencia de fases sensibles es aquel del aprendizaje del canto en las aves. Aún si es más complicado estudiarlo porque factores como la época del nacimiento (o edad a la primera primavera), el fotoperíodo, la influencia de factores hormonales, el contacto y relación con aves adultas y la calidad del canto que se le presenta al pájaro, pueden modificar por completo el aprendizaje. En los experimentos se han manipulado desde las interacciones sociales como el total aislamiento o la "adopción" por otras especies para que el sujeto de estudio aprenda otro canto que el de sus conespecíficos,<sup>19</sup> la edad en la que se le pone en contacto con el canto, la calidad del canto (grabado vs presencia de un ave adulta), la manipulación hormonal (machos castrados con una posterior aplicación de testosterona), la cantidad de horas-luz, etc.<sup>19,92</sup>

## **2) ¿Cómo se presentan las fases sensibles?**

El acceso a la sensibilidad hacia los estímulos que pueden "disparar" el proceso de impronta, depende del estado de desarrollo general del animal. Hablar del estado de desarrollo implica hablar del grado de maduración de los órganos sensoriales y de las experiencias a las que ha sido expuesto el individuo. Regresando al modelo del proceso nervioso implicado en la impronta propuesto por Bateson y Horn,<sup>27</sup> la presentación de las fases sensibles corresponde al grado de excitabilidad en la que se encuentran las células sensoriales y neuronales, en un

momento dado del desarrollo del individuo. Un factor importante a tomar en cuenta es la condición en la que se está evaluando la fase sensible: En condiciones naturales, el periodo sensible es mucho más limitado que en condiciones de laboratorio.<sup>19,24</sup> Un estímulo complejo como la presencia de los padres, "satura" mucho más rápido las unidades en el sistema de reconocimiento.<sup>27</sup> Las fases sensibles de los animales altrices empieza más tarde que en los precoces, en el momento en que sus interacciones con el entorno a través de la exploración se llevan a cabo, es decir, cuando tienen una actividad locomotora coordinada y sus órganos sensoriales se han desarrollado.<sup>30</sup>

Cuando un animal presenta respuestas de escape y de miedo hacia un objeto, se dice que la fase sensible ha terminado. La disminución en la sensibilidad hacia estímulos está fuertemente influenciada por la experiencia. Un pollo puede huir de un estímulo nuevo en varias ocasiones, pero al estar en continuo contacto con ese estímulo se habitúa. Aunque no huya, tampoco tiene una respuesta de aproximación.<sup>24</sup> En condiciones naturales, la respuesta de huida evitará que el animal desarrolle alguna preferencia por ese estímulo.

El tema de las fases sensibles ha sido muy controversial, tal vez por la dificultad de estudiarlo y la imposibilidad de repetir los mismos resultados de un experimento a otro. Aún así, algunos investigadores han ya determinado las fases sensibles de distintos tipos de aprendizaje en diferentes especies (Cuadro 2).

**CUADRO 2: Determinación de fases sensibles en distintas especies**

Espece	Impronta materna	Socialización	Alimentación	Vocalización	Hábitat	Referencia
Perros		3-5sem.edad				30
Zorros		30-45 d.edad				30
Monos		3-6m.edad				67,136
Gorrion				50d.edad máx.		19
Pinzón				35-65d.edad		1
Potro			1-2 d. edad			43
Vacas	1 día					77,88
Cabras	5min a3h posparto					64
Borrega	2 h postparto					13
Gatos		2-7sem.edad				40
Cerdas	3 d.posparto máx.	3 sem.edad				150
Salmón					Primera migración	71

#### **IV. APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO DE LA IMPRONTA Y DE LAS FASES SENSIBLES DE APRENDIZAJE A LA MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA: DISCUSIÓN**

El médico veterinario y zootecnista que trabaja en estrecho contacto con los animales, tiene nociones, aunque sean empíricas, de lo que el comportamiento de esos animales significa. De manera general, la observación de algunos despliegues de comportamiento ha sido utilizada para detectar estados patológicos. Tenemos que entender, como profesionales, que los animales tienen necesidades de comportamiento desde el nacimiento,<sup>83</sup> y que en la medida en que podamos proveerles un entorno que les permita expresarlos, no solamente estaremos velando por su bienestar, también obtendremos animales más productivos, equilibrados y que pueden desarrollarse activamente en su grupo. Si tomamos en cuenta que un ciclo de vida empieza con el nacimiento, no podemos dejar de lado todos los factores que permiten que una cría llegue sana, física y "psicológicamente", a la edad adulta. Una vez asentadas las bases científicas sobre el proceso de impronta y las fases sensibles, es posible comprender el porqué de muchas prácticas rutinarias en el marco del ejercicio veterinario y zootécnico, además de tener una visión más clara de los problemas conductuales que pueden presentarse a lo largo de la vida de un animal, ya sea éste silvestre, de compañía, de granja o de laboratorio.

##### **1) Fauna silvestre**

A través de los años, las funciones de los zoológico han cambiado drásticamente: Antes representaban un lugar de acopio de animales destinados a ser estudiados de cerca por los zoológicos, en los cuales el prestigio era medido por la cantidad de especies confinadas. A partir de los años 70's, el concepto de un zoológico empezó a cambiar. Además de un lugar de entretenimiento y de educación ecológica de los visitantes, los zoológicos empezaron a fungir como centros de reproducción y de investigación de especies en peligro de extinción, para posteriormente reintroducirlas a sus habitats naturales.<sup>138</sup> Hasta 1986, se sugería que la única esperanza de evitar la extinción de alrededor de 2000 especies de vertebrados (de los cuales 160 son primates, 100 carnívoros y 800 aves), era la reproducción en cautiverio.<sup>110</sup> El problema de la reproducción de especies en cautiverio se presenta a distintos niveles:

a.- Cuando se asume que al unir, en el momento adecuado, a un macho y a una hembra sexualmente maduros, se llevará a cabo la cópula. En estos casos se pasan por alto aspectos como la importancia del cortejo, la limitación de la posibilidad de elegir una pareja y la disminución de las interacciones sociales indispensables para el aprendizaje del comportamiento sexual.<sup>49,110</sup>

b.- La consanguinidad: Existe cada vez más evidencia para demostrar que muchas especies son capaces de reconocer a sus "familiares cercanos" y evitan cruzarse con ellos, entre los que encontramos a los guepardos (*Acinonyx jubatus*), los macacos (*Macaca nemestrina*), los chimpancés (*Pan troglodytes*), quienes evitan los cruzamientos entre madre-hijos, padre-hijas y hermanas-hermanos, la cabra (*Capra ibex ibex*) y la codorniz (*Coturnix coturnix japonica*), por dar unos ejemplos.<sup>24,110,120</sup> El reconocimiento se da a través de la experiencia temprana, durante la cual una cría se impronta con sus hermanos, congéneres o individuo de otra especie con los cuales haya sido criado. Así, aún si ejemplares de una misma especie son recogidos de distintos puntos geográficos, es decir que la probabilidad de parentesco sea mínima, y son criados juntos desde edades muy tempranas, la probabilidad de que se crucen disminuye por el establecimiento de una impronta filial entre ellos.

c.- Comportamiento sexual dirigido hacia otra especie: En el zoológico de Viena, un pavo real blanco fue criado junto a tortugas gigantes de las islas Galápagos. Este ave dirigió su conducta de galanteo y expresaba su vínculo permaneciendo siempre cerca de ellas.<sup>135</sup> Este tipo de comportamiento se ha visto principalmente en aves, y en muchos de los casos la fijación de galanteo está dirigida hacia el hombre. El manejo de los animales en cautiverio por el hombre también tiene que llevarse a cabo bajo estricto control para evitar este tipo de situaciones. A manera de anécdota, se presenta un caso de crianza de cóndores en cautiverio realizado en un país asiático. En el centro de reproducción, lograron obtener un macho y una hembra en edad reproductiva. La cópula nunca se llevó a cabo, así que decidieron inseminar a la hembra, con éxito. El huevo fue incubado artificialmente, y una vez el polluelo nacido, una sola persona se encargó de su alimentación. Si bien el polluelo se logró, también se improntó con su cuidador. El

ave solamente le permitía la entrada al aviario a esa persona. Si la impronta filial ya estaba establecida hacia un ser humano, la única esperanza de tener éxito con ese cóndor era, como en el caso de los gansos, que el ave una vez adulta, aceptara a una hembra cóndor para reproducirse. Una primera propuesta para evitar este tipo de situaciones en aves sería, una vez obtenido el huevo fertilizado artificialmente, colocarlo en un nido silvestre para que sea incubado de manera natural por una hembra. Obviamente surge la dificultad de ubicar nidos silvestres y de sincronizar la obtención del huevo con la época reproductiva en estado salvaje de la especie. La segunda propuesta es el inventar un móvil en forma de ave que sea colocado al lado del nido y en cuyo pico se pueda colocar el alimento y su cuello esté articulado, para poder imitar el movimiento que hace una hembra al alimentar a sus crías.<sup>107</sup> Junco (1993a y b)<sup>85,86</sup> utilizó este modelo en sus experimentos con aves altrices y dió resultado. De esta manera se evita que el polluelo se impronte con la mano del hombre que lo alimenta.

d.- Importancia de la impronta para la socialización: Los trabajos de Harlow<sup>87,129</sup> con monos fueron cruciales para el entendimiento de los efectos de la privación social a edades tempranas sobre el comportamiento adulto del individuo. Un animal aprende a identificar a su propia especie y a otras. La preferencia de una cría por una determinada especie es el resultado de un proceso de socialización que empieza por la formación de un vínculo afectivo entre el animal y su principal cuidador. En los grupos sociales naturales, la cría busca la proximidad con su madre y posteriormente con otros miembros de su unidad social. Es a través de esta asociación que una cría aprende los patrones de comportamiento típicos de su especie. Es a través del empleo apropiado de estos comportamientos que un joven animal se convierte en un miembro sexual y socialmente funcional de su grupo. Los problemas de identificación de especie pueden surgir cuando el cuidador principal es un individuo de otra especie. Este tipo de problema se ha identificado en animales criados en laboratorios y en zoológicos. Como ejemplos tenemos a macacos o corderos criados por perros.<sup>135</sup> En estos casos, los animales se perciben como miembros de la especie por la cual fueron criados y pueden desviar su comportamiento sexual y social hacia ella. Esta desviación puede continuar aún si el animal es reintroducido a un grupo

conformado por miembros de su especie "genética". En general, estos individuos tienden a convertirse en adultos poco competentes para su especie, lo cual afecta el crecimiento social de las siguientes generaciones.<sup>56</sup> En las investigaciones de Schapiro, *et. al.*, (1995),<sup>129</sup> concluyen que para que una hembra (*Macaca mulatta*) criada en condiciones de laboratorio, desarrolle un buen repertorio de comportamiento maternal, es necesario mantenerla 1 año junto con su madre y en continua experiencia social con otros grupos formados por binomios madre-cría. Washoe, una hembra chimpancé criada como si fuera un bebé humano para enseñarle el lenguaje manual de los sordos, cuando es confrontada por primera vez con otros chimpancés, los identifica como "gatos negros".<sup>69</sup> Durante su periodo sensible de socialización, solamente tuvo contacto con seres humanos, por lo tanto se asume que se identificaba como un ser humano y no reconocía en un principio, a los miembros de su especie. Como lo notaron William James y Lorenz, el reconocimiento de especie no es algo innato, es algo que se aprende. Y como proceso de aprendizaje, posee una fase sensible. En los programas de cría en cautiverio de animales silvestres para posteriormente ser liberados en su hábitat natural, se corre el riesgo de no enfrentar a las crías a experiencias directas con miembros adultos de su propia especie. O el simple hecho de que sean los hombres quienes cuidan y alimentan a las crías, hace de este tipo de crianza un principio de domesticación, situación que hace difícil la reintegración de esos animales a la vida salvaje.

e.- Consideraciones a tomar cuando se utilizan técnicas artificiales de reproducción: En los programas de conservación de especies, es ya muy común la utilización de la inseminación artificial y el transplante de embriones. Por medio de estas técnicas, se logra "maximizar" la capacidad reproductiva de los animales, sobre todo si hablamos de machos o hembras con una buena carga genética. Así, por medio de la superovulación, una hembra puede producir mucho más embriones de los que podría producir y gestar durante su vida. Ante el problema de encontrar a una hembra receptora de la propia especie, los investigadores han buscado especies emparentadas como receptoras: Es el transplante de embriones interespecies. Este tipo de práctica se ha hecho exitosamente con muflones (*Ovis musimon*) nacidos de borregas domésticas



(*Ovis aries*), con bisontes de la India (*Bos gaurus*) y bantengs (*Bos javanicus*) nacidos de vacas domésticas (*Bos taurus*), con cebras (*Equus burchelli*) y caballos Przewalski (*Equus przewalskii*) nacidas de yeguas domésticas (*Equus caballus*) y con bongos (*Taurotragus eurycerus*) nacidos de antílopes (*Taurotragus oryx*). Desgraciadamente, estos estudios solamente han tomado en cuenta el comportamiento de los animales al ser reintroducidos a grupos de su propia especie genética. Gibbons y Durrant (1987)<sup>56</sup> llamaron la atención sobre la importancia de estudiar la relación que se crea entre la cría y su madre sustituta y el impacto de esta relación para el futuro comportamiento sexual y social de la cría en un grupo formado por miembros de su propia especie. Los mecanismos por medio de los cuales se forma el vínculo madre-cría varían de especie a especie. Cuando se utiliza la transferencia de embriones interespecies, puede existir una falta de coordinación entre la sensibilidad y presentación de los comportamientos maternos y filiales necesarios para crear el vínculo. Por eso es indispensable conocer la manera en que se forma esta relación tanto en la especie de la madre sustituta como en la de la cría. Además se ha comprobado, en especies como el macaco<sup>56</sup> y el ciervo (*Cervus elaphus*),<sup>98</sup> que para que una cría pueda identificar a su madre, es necesario estar en contacto con otras hembras adultas, sobre todo cuando en condiciones naturales, la especie forma parte de grupos sociales. Muchas veces, en los zoológicos, se aísla a la madre con la cría con la idea de que al estar en exclusivo contacto se refuerza su vínculo. Cuando finalmente son reintegrados a un grupo, la cría presenta dificultades en reconocer a su madre de entre otras hembras presentes. Por otra parte, en este tipo de estructura social, las hembras tienden a compartir "responsabilidades", es decir, como ejemplo, que mientras una hembra pasta, otras se encargan de cuidar a las crías. Es el comportamiento "alomatero".<sup>111</sup> El hecho de estar aisladas implica ocuparse constantemente de una cría, lo cual provoca estrés en una hembra, el cual afecta la fuerza y la duración del vínculo.<sup>56</sup> Otro punto a tomar en cuenta cuando se piensa introducir a un animal a un grupo de su especie, es la edad. En el caso de los muflones cuya madre "adoptiva" era una borrega doméstica, se observó que su comportamiento era mucho más dócil que aquél de las crías de su misma edad, pero silvestres. Aún así, al ser introducidos a un grupo silvestre justo después del destete, estos muflones retomaron un comportamiento salvaje, es decir, reflejaban un marcado miedo y aversión

hacia la aproximación de un humano.<sup>56</sup> Por lo tanto, es necesario estudiar también las edades a las cuales un animal criado en cautiverio puede ser reintroducido a un grupo silvestre, tomando en cuenta su capacidad para evitar posibles agresiones por parte del grupo silvestre al que es introducido, puesto que la organización social de ese grupo está ya establecida al momento de la llegada del nuevo "intruso".

f.- Desviación de la ruta migratoria de aves silvestres: Christian Moullec, meteorólogo francés, constató que cada vez eran menos los gansos enanos que llegaban a su jardín. Esta especie en vías de extinción, migra año con año de Suecia a Francia. En su ruta migratoria se ven amenazados por los cazadores. Inspirado por los trabajos de Lorenz y por el profesor sueco Lambart Von Essen, responsable del proyecto de protección de esta especie, Moullec decidió improntar con él a las crías que nacen en los alrededores de su jardín. Para evitar que las aves se vieran expuestas a la cacería, poco a poco ha ido cambiando su ruta migratoria: Emprnde el vuelo en un deslizador de gas y es seguido por los gansos. Christian Moullec es actualmente el papá-ganso moderno, visto de vez en cuando en el cielo, seguido por una formación en "V" de ganserones.<sup>62</sup>

## 2) Animales de granja

Hasta hace relativamente pocos años, el estudio del comportamiento de los animales domésticos había sido descuidado por parte de los etólogos. Se asumía, erróneamente, que su comportamiento se había "degenerado"<sup>110</sup> y se solía adjudicar un patrón comportamental a cualquier raza de una misma especie, o de una familia. Contrariamente a lo que se pensaba, el largo proceso de domesticación al que han sido sujetas muchas especies ha tenido como consecuencia un cambio en su comportamiento que dista de ser poco interesante y el cual tenemos, por deber profesional, que conocer y comprender, para asegurar el bienestar de los animales y por consecuencia, poder obtener un mayor beneficio al aumentar su producción. En este inciso se hablará de la aplicación del conocimiento del proceso de impronta y de las fases sensibles a la práctica veterinaria y zootécnica en bovinos, ovinos, caprinos, suinos, equinos y aves domésticos.

### a) Bovinos

i) Manejo: En sistemas de explotación extensivos, el manejo del ganado se reduce a intervenciones esporádicas para aplicar vacunaciones o tratamientos contra parásitos internos y externos, o para su movilización dentro de los potreros. Los animales reaccionan a la presencia del hombre con intentos de huida, que muchas veces ponen en peligro tanto al animal como al manejador, además de que el estrés causado puede afectar la producción. La intensidad de reacción al hombre depende mucho de las características genéticas de la raza, pero también de su experiencia previa de contacto con éste.<sup>95</sup> Se debe aprovechar el hecho de que las hembras gestantes sean apartadas de la manada y colocadas en reparos para parir, para manejar a la cría desde edades muy tempranas, aprovechando sus fases sensibles de socialización para obtener un efecto de docilidad a largo término. Por ejemplo, se ha demostrado que los becerros que fueron expuestos a 10 días de manejo breve y no aversivo durante los 3 primeros meses de vida y justo después del destete, son más fáciles de manejar que aquellos que no han recibido este trato.<sup>33,140</sup> Es muy importante hacer notar que el momento del destete representa una fase de reorganización social para la cría ya que es cuando empieza a buscar un contacto más constante con otros miembros del grupo, por lo que el destete representa un punto crucial para cualquier tipo de intervención por parte del hombre.<sup>33,34,140</sup> Los efectos no solamente se ven en el manejo de rutina sino que también a la hora de embarcar al ganado, momento en el que el estrés de manejo puede provocar caídas causando moretones en la carne y daños a la piel, causas del castigo del precio de estos dos productos.<sup>95</sup> Para la construcción de instalaciones intensivas, se ha tomado en cuenta la capacidad de aprendizaje de las distintas especies, para poder inventar aparatos cuya utilización por parte de los animales está basada en el aprendizaje por condicionamiento operante.<sup>89</sup> Si bien estos inventos han sido utilizados para estudiar las habilidades perceptuales y para el asesoramiento de las necesidades o preferencias de los animales, muchos ya son utilizados en forma común en las explotaciones. Como ejemplo tenemos los bebederos o comederos automáticos. En este caso no estamos hablando la aplicación de un proceso de impronta, pero sí de la importancia de conocer las fases sensibles de aprendizaje para facilitar la introducción de este tipo de suplementos en las instalaciones. Una práctica común es el dejar a un

animal experimentado en el corral en el que se introducen nuevos animales, para que por observación e imitación aprendan "espontáneamente" a utilizar un bebedero o comedero automáticos. Por otra parte, la intervención del hombre en sistemas intensivos es constante, controlando tanto el entorno físico como social de los animales domésticos. Se debe, por lo tanto, conocer el impacto de estas intervenciones sobre el comportamiento de los animales.

ii) Vínculo madre-cría: Como ya se ha mencionado, la relación que se crea entre una madre y su cría es de suma importancia para la sobrevivencia de esta última. Es indispensable que un becerro sea capaz de mamar calostro durante las 6 primeras horas de vida para obtener la mayor cantidad de inmunoglobulinas. La vaca es capaz de reconocer a su cría con sólo 5 minutos de contacto post-parto, mientras que un becerro puede necesitar hasta 7 días para establecer un reconocimiento de las vocalizaciones de su madre y hasta 8 días para reconocerla visualmente.<sup>103</sup> Una vaca reconoce a su cría aún si es separada de ella durante 12 horas; después de 24 horas ya no es capaz de hacerlo, pero presenta todavía una actitud maternal, comportamiento que podría aprovecharse para hacerla adoptar a una cría extraña.<sup>88</sup> Una práctica común en las explotaciones lecheras intensivas es separar a la cría de la madre, inmediatamente después del parto. El olor del líquido amniótico juega un papel importante en la primera atracción a lamer a la cría, y tiene como función la estimulación de la actividad, de la respiración, de la circulación sanguínea y de la defecación; la higiene reduce el riesgo de infecciones y de depredación y el acto de lamer ayuda a que el vínculo madre-cría se lleve a cabo. Cuando la hembra se encuentra incapacitada para hacerse cargo de su cría justo después del parto, por la realización de una cesárea por ejemplo, es importante frotar enérgicamente a la cría con un trapo durante sus 2 primeras horas de vida, para tratar de estimularlo como lo haría su madre y que se incorpore lo más rápidamente posible. Se han estudiado los efectos de la separación sobre el comportamiento de las crías de vacas lecheras a distintas edades, de los cuales se sustrajeron los siguientes resultados: Cuando la separación se lleva a cabo justo después del parto, la cría tarda más en incorporarse, huele y husmea más el entorno, lame constantemente objetos que se encuentren a su paso y vocaliza con más frecuencia. La separación al cuarto día, provoca un rompimiento del vínculo ya creado, lo que

tiene como consecuencia un cambio en los patrones de alimentación y de sueño de las vacas, así como una abrupta disminución de la producción de leche durante unos días. Los becerros que son separados de sus madres a los 10 días de edad, presentan una mejor ganancia de peso que aquellos separados post-parto.<sup>103</sup> Dentro de los métodos para aumentar la productividad del ganado de carne, se practica la inducción de partos gemelares y la adopción de crías. Price, *et. al.*,<sup>118,119</sup> realizaron una investigación para evaluar el comportamiento materno de las vacas hacia sus crías gemelas y el comportamiento de las crías, en condiciones tanto intensivas como extensivas. Partieron de la idea que si en condiciones naturales los partos gemelares se presentaban solamente en un 1% de los casos en casi todas las razas de carne, se podía asumir que la inducción de partos gemelares podía tener un impacto sobre la capacidad de las vacas para lograr a las 2 crías. De sus observaciones concluyeron que una vaca con crías gemelas pasa menos tiempo lamiéndolas, que el vínculo madre-cría se debilita rápidamente y que su producción de leche aumenta solamente de 35 a 40% por lo que es insuficiente para criar a 2 becerros a la vez. Por su parte, las crías pasan más tiempo tratando de mamar y al no obtener la leche suficiente, se arriesgan a buscarla en otras vacas. Como su madre pasa menos tiempo lamiéndolas, el vínculo se debilita. Además, en condiciones de pastoreo, las crías gemelas empiezan a consumir vegetación natural mucho más rápido para obtener las necesidades nutrimentales que su madre no puede proveerles por lo que el destete natural se lleva a cabo más rápido. Por lo tanto, las ganancias de peso por cría son menores que las de las crías únicas, pero los ganaderos, al combinar las ganancias de peso de las dos crías, consideran una mejora en su producción. El comportamiento materno depende también de la experiencia de las vacas. Una vaca primípara responde menos a la separación de su cría y le presta menos atención. Por lo tanto, es conveniente esperar hasta la segunda gestación para inducir un parto gemelar ya que la vaca "experimentada" cuidará mejor de las dos crías. En un estudio realizado por Le Neindre (1989),<sup>84</sup> en el que compara el comportamiento materno de vacas lecheras Friesian con aquél de vacas de carne Salers, concluye también que las vacas experimentadas presentan un mejor comportamiento; que la raza de carne, genéticamente, es mejor madre ya que mantiene un mayor contacto con sus crías y las reconoce (evitando el acercamiento de crías extrañas), y por su lado,

las crías buscan más la ubre, contacto que es indispensable para reforzar el vínculo. Lo más interesante de su estudio, es que observa que las vacas que fueron criadas por su madre presentan un mejor comportamiento materno, principalmente en vacas de carne. Una vez más, el efecto de la socialización temprana sobre el futuro comportamiento materno es puesto en relieve.

iii) Técnicas de adopción: También es una práctica común tratar que una vaca que produce una buena cantidad de leche, adopte a varios becerros para alimentarlos. Esta práctica disminuye los costos por becerro criado ya que disminuye la mano de obra y las instalaciones requeridas para alimentarlos artificialmente, además que se obtiene una mejor ganancia de peso por cría. De las técnicas utilizadas para que una hembra acepte a crías extrañas, todas siguen el mismo procedimiento cuyo objetivo es confundir a la vaca recién parida: Se confina a los becerros que no han recibido alimento alguno durante 24 horas con la vaca "receptora" en un área pequeña, se repite esta operación 2 veces al día durante aproximadamente 3 días, hasta que la vaca acaba aceptando que todos los becerros la ordeñen. Generalmente, la vaca "receptora" es atada, y el área en que es confinada con los becerros a adoptar es llamada el área de impronta. Todo este procedimiento representa una fuente muy fuerte de estrés tanto para la vaca como para las crías, y no siempre dá resultado. Entre las opciones que han surgido para mejorar este sistema de adopción, se ha propuesto que al momento del parto de la vaca receptora se colecte el líquido amniótico en una cubeta y se separe inmediatamente a su cría recién nacida. Con el líquido amniótico recolectado, se moja a los becerros poniendo especial atención a la región alta de la cola, los flancos y la cabeza. Posteriormente se colocan en el área del parto en la cual se mantienen 1 día antes de ser trasladados con la vaca a un área más grande. Todas las vacas aceptan a los becerros en un lapso de 24 horas.<sup>77</sup> Otro método propuesto por Dunn, *et. al.* (1987),<sup>47</sup> para la adopción de crías por vacas de carne, en el cual también utiliza la transferencia de olor, es el "vestir" a la cría recién nacida con una tela, de 2 a 4 días, para impregnar la tela con su olor. Esa tela es colocada a una cría extraña y así es presentada a la vaca; en un lapso de 4 días, la vaca acaba adoptando a la cría. A continuación se presenta una figura de la capa utilizada (Figura 16).

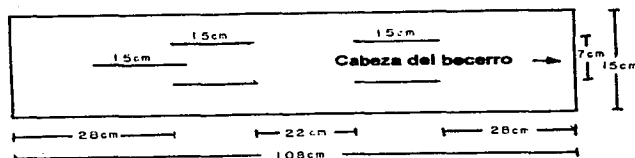


Figura 16 : Capa utilizada para la adopción de becerros y tamaño de ranuras (Dunn et al., 1987)<sup>17</sup>

Es importante mencionar que este estudio se llevó a cabo con vacas primíparas, y que aquellas vacas control "experimentadas", reaccionaron de manera negativa a la presencia de los becerros "vestidos"; una clara explicación es que al cabo de 2 días, son ya capaces de reconocer a sus crías por sus características físicas. Si bien con estas técnicas de adopción se logra que se forme un vínculo madre-crías, sería bueno estudiar su estabilidad una vez liberados en una manada, estando en contacto con otros animales.

### b) Ovinos

i) Técnicas de adopción: Frecuentemente, los criadores de corderos se ven en la necesidad de hacer que una borrega adopte a otras crías que la(s) suya(s), ya sea porque su cría murió, porque la camada de la cual provienen es muy grande, porque quedaron huérfanas o porque fueron abandonadas por su madre natural. Prefieren que sea una borrega quien los amamante a optar por la lactancia artificial ya que se ha comprobado que los corderos presentan una mejor ganancia de peso y crecimiento además de que reduce considerablemente los costos por mano de obra, instalaciones y suplementos. El problema al que se enfrentan es que las borregas son capaces de reconocer a su cría por medio de estímulos olfativos y rechazan a cualquier otra cría que no sea la suya. Entre los métodos utilizados para confundir a la hembra, encontramos que:

- 1) Los criadores colocan la piel de la cría muerta (si es el caso), sobre la cría a adoptar.<sup>8,9</sup>
- 2) Los confinan juntos en un lugar en el que la hembra pueda ser sujeta hasta que ésta acepte a la nueva cría, pero este procedimiento puede durar semanas.<sup>12</sup>
- 3) Untar a los corderos sustancias olorosas como la vainillina, extracto de eucalipto, kerosen, amoniaco, ácido butírico, mercaptoetanol, secreciones anales de carnívoros, con la desventaja de que pueden ocasionar toxicidad en las crías además de que se ha comprobado que estas sustancias no logran enmascarar el olor característico de cada individuo.<sup>6</sup>
- 4) Hasta se ha optado por destruir químicamente el sentido del olfato de las hembras antes del parto o aplicarles un anestésico local.<sup>8</sup>

Entre las opciones que han surgido para facilitar este procedimiento de adopción, encontramos:

- 1) Lavar a la cría recién nacida y a una extraña de entre 1 y 2 días de edad y confinarlos a todos juntos. La aceptación del otro cordero se lleva a cabo en 40 horas aproximadamente.<sup>8</sup>
- 2) La utilización de un odorífero que contiene aceite de piel vacuna: Se unta en la cría recién nacida a razón de 60 ml/kg y se mantiene con su madre durante 22 horas, posteriormente se les separa durante 24 horas. Se unta también a la cría extraña con este aceite y es presentada, junto con la cría propia, a la borrega.<sup>11,14</sup>



3) La utilización del confinamiento y sujeción de la hembra en un corral especialmente diseñado para limitar su inspección visual y olfativa de las crías. Esta técnica permite la adopción de crías de hasta 6 días de edad, y tiene como ventaja que los corderos pueden mamar adecuadamente y tener ganancias de peso considerables, sin ser molestados por la hembra. Se han utilizado borregas de 1 a 4 días post-parto y la sujeción se realiza hasta por 9 a 12 días. Los resultados demuestran que un 83% de las hembras acaban aceptando a otra cría además de la suya, cuando se utilizan las pantallas que a continuación se presentan en el diagrama, en contra de solamente un 35 % de aceptación cuando no se utilizan. Seguramente el confinamiento favorece que las crías desarrollen un mismo olor, en parte adquirido por las excreciones de la borrega. Como desventajas, la lana de las hembras se ensucia mucho más por estar en confinamiento, además de que se necesitan estas instalaciones especiales, pero, finalmente esta técnica puede ser utilizada en hembras que no han respondido a otras técnicas de adopción forzada<sup>12</sup> (Figura 17).

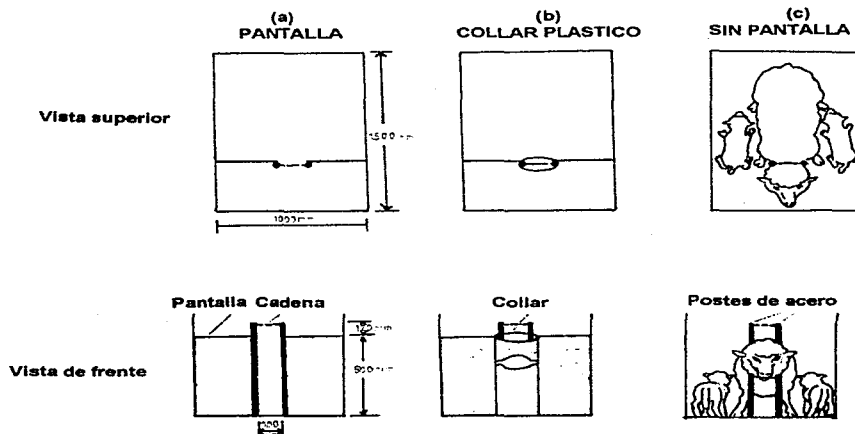


Figura 17: Configuraciones de los corrales que proveen grados variables de contacto visual y olfativo. Las pantallas (a) permiten un bajo grado de contacto vis a través del espacio alrededor del cuello; las pantallas más el collar (b) previenen cualquier contacto visual u olfativo; los corrales sin pantallas o sin collares (c) permiten un contacto casi normal. Los lados de los corrales son forrados con una tela rústica (Alexander & Bradley, 1985)<sup>12</sup>

4) Utilización de capas de tela de estopa rústica: En esta técnica, se coloca una capa a los corderos de 1 a 3 días de edad y se le deja puesta de 22 a 30 horas. Al mismo tiempo, una capa es colocada sobre el cordero extraño. La cría natural es separada de su madre durante un lapso no mayor de 24 horas. Posteriormente se les quitan las capas, se voltean y son intercambiadas entre los corderos. Así son presentados a la borrega. Se ha notado que en un lapso de 5 horas las borregas aceptan a la cría extraña, y cuando ésto no sucede, un periodo de 2 días de confinamiento es suficiente para que las hembras formen un vínculo con la cría extraña. En estos estudios se notó que las hembras aceptan más a crías extrañas que tengan la misma edad que su cría. Lograron que la aceptación fuera de un 60% con capa en vez de un 12% sin capa.<sup>9,10</sup> En los estudios realizados para hacer que una hembra acepte a 2 crías extrañas en lugar de la(s) suya(s), utilizando también las capas, se notó que las hembras que habían parido gemelos aceptaban mejor a 2 crías extrañas que aquellas que solamente habían tenido una, y que si las 2 crías extrañas eran gemelas, la aceptación era todavía más rápida que si eran de 2 camadas distintas. Mientras más rápido se realiza la adopción forzada se obtienen mejores resultados, ya que al cabo de 48 a 72 horas, una hembra está conciente de la cantidad de crías que trajo al mundo y que están bajo su cuidado.<sup>113</sup>

5) Utilización de tranquilizantes para lograr que una hembra que haya perdido a su cría, acepte a una extraña. Las hembras son tranquilizadas con una dosis de 250 mg de perfenazina aplicada directamente en la yugular (Todas las hembras utilizadas en esta investigación pesaban en promedio 50 kg ). Veinte minutos después de la aplicación, se libera a una cría extraña en el corral de la hembra tratada y ésta tiene la oportunidad de amamantarse sin que la borrega despliegue comportamientos de rechazo, durante aproximadamente 24 horas. Esto facilita una actitud segura de los corderos hacia las borregas por el refuerzo positivo de buscar la ubre y poder amamantarse sin peligro, comportamiento que influencia la actitud maternal de las hembras, una vez que el efecto del tranquilizante ha pasado.<sup>141</sup>

6) Utilización de hembras anéstricas con inducción artificial de la lactación y del comportamiento materno. Kendrick, *et. al.* (1992)<sup>87</sup> realizaron una investigación en la cual trataron a borregas anéstricas con esponjas vaginales conteniendo 250 mg de acetato de medroxiprogesterona (AMP)

y 25 mg de dipropionato de estadiol (DPE) durante 2 semanas. Cuando ésta fue retirada, colocaron otra esponja conteniendo la misma cantidad de AMP y 50 mg de DPE durante otras 4 semanas. Al cabo de 6 semanas, las hembras tratadas presentaron un considerable desarrollo mamario y les fueron colocados corderos de entre 30 minutos y 6 días de edad. Ninguna hembra demostró una aceptación maternal hasta que su vagina y cérvix fueron estimulados mecánicamente durante 3 minutos: Esta estimulación libera oxitocina en el cerebro, así como pasaría durante el parto. Posteriormente, todas las hembras cambiaron su actitud hacia las crías, lamiéndolas y creando un vínculo al cabo de 3 horas. Si bien la producción láctea al principio no era suficiente para alimentar al cordero adoptado, la estimulación de la ubre por parte de la cría logró mantener y aumentar la producción de leche. Entre la 14va. y 16va. semanas después de la adopción, todas las crías presentaban un crecimiento comparable al de crías con su madre natural. Esta técnica tiene como ventaja el activar los mecanismos neuronales responsables de la formación de vínculos dependientes de la olfacción de la misma manera que durante un proceso natural. Además no se priva a los corderos de la experiencia del cuidado materno que la lactancia artificial no puede proveerles. En los casos en los que se obtienen partos múltiples, una borrega no siempre puede hacerse cargo de todas sus crías, o si pierde a su cría se presenta el problema de hacerla adoptar a otra. Este método sugiere tener hembras no gestantes en el rebaño para ser usadas como "reservas" en los casos necesarios.

Cualquiera que sea la técnica de adopción a utilizar, se deben de tomar en cuenta:

- 1) La experiencia de las borregas: Es más fácil confundir a una hembra primipara que a una multipara.
- 2) La edad del cordero extraño: Parece ser que el olor del cordero cambia considerablemente con el tiempo.
- 3) La raza: Algunas razas, como la Blackface o Jacob, presentan manchas en la cabeza, y cada individuo posee un patrón particular de distribución de éstas. Si bien el primer reconocimiento de la cría por parte de la madre se hace por medio de estímulos olfativos, poco a poco la hembra aprende a reconocer a su cría a distancia por medio de estímulos visuales. La región de la cara es el principal punto de escrutinio visual.<sup>3,4</sup> Así que si se deja a una borrega el tiempo necesario para

hacer un reconocimiento visual de su cría, no aceptará a cualquier otro cordero. Para evitar esto, se han colocado capuchas a las crías, además de las capas.<sup>9,10</sup> Por otro lado, se ha demostrado que algunas razas presentan una mayor capacidad materna, reflejada por su mayor tendencia a crear un fuerte vínculo con su cría poco tiempo después del parto. Se ha demostrado que, en los casos de adopción forzada, la raza Dorset acepta más rápido a la cría extraña que la Corriedale y la Merino.<sup>12</sup> El vínculo que la raza Dalesbred crea con sus crías es de mayor duración e intensidad que aquél de las razas Jacobs y Soays.<sup>132</sup> Esto puede en parte explicarse por su grado de domesticación; la raza Soays pertenece a un grupo de ovinos poco domesticados, por lo que su tendencia es el integrarse al rebaño lo más rápidamente posible después del parto, para gozar de los beneficios de la protección en grupo contra depredadores. La cría debe ser capaz de seguirla y reconocerla en el menor tiempo posible para poder integrarse también al grupo. Pero en los rebaños silvestres se ha notado que las crías siguen a otras hembras cuando son incapaces de encontrar a su madre. La falta de un contacto estrecho y duradero entre la madre y la cría disminuye el apego que se crea entre ellas,<sup>151</sup> reforzado por el hecho de tener interacciones sociales con otros miembros del grupo cuya consecuencia es el establecimiento de una impronta filial hacia ellos.

ii) Pastoreo: En condiciones extensivas, los ovinos se ven comunmente amenazados por el ataque de depredadores. Las cercas eléctricas y la utilización de perros de pastoreo llegan a ser muy costosas y no siempre evitan los ataques. Se ha notado, en explotaciones bovinas extensivas, que las vacas se enfrentan al depredador cuando éste trata de acercarse a sus crías, por lo que las pérdidas son mucho menores que en el caso de los ovinos. Anderson, *et. al.*<sup>15,16</sup> y Hulet, *et.al.*<sup>78</sup> decidieron sacar provecho de este comportamiento bovino y de la capacidad que tienen estas dos especies para formar vínculos, para proponer un método de pastoreo: Implantar a las vacas y becerros con los corderos para que puedan compartir la misma área de pastoreo y que en caso de ataque de un depredador, los ovinos se vean protegidos por los bovinos. Para forzar la formación de un vínculo, se confinan las vacas y los corderos durante 55 días, los cuales no deben tener más de 45 días de edad. Se ha notado que los ovinos, una vez en el agostadero, siguen de

cerca a las vacas y corren hacia ellas cuando se presenta una situación de peligro. Este método tiene además las ventajas de un aprovechamiento máximo de los pastos, la ganancia de tiempo al arrear el ganado, la disminución de cercas utilizadas para evitar que los ovinos se dispersen ya que buscan estar cerca de los bovinos y el control de la depredación sin tener que recurrir a medios drásticos como las trampas o la aniquilación de esas especies.

iii) Efecto de la crianza en grupos por sexo: Muchos criadores de borregos han notado que algunos machos exhiben muy poco interés hacia hembras en celo y los han llamado machos de respuesta lenta, sexualmente inhibidos o impotentes. Generalmente esta actitud se presenta en machos que han sido criados en grupos en los que no hay hembras, por lo tanto no reconocen a una hembra en celo como un estímulo positivo que desencadena el comportamiento sexual. Estando solamente en contacto con machos, emprenden sus avances sexuales entre ellos, montándose y hasta eyaculando. Como podemos ver, la experiencia social temprana y sus posibles fases sensibles pueden determinar patrones de comportamiento, por lo que es necesario tomar ésto en cuenta cuando se quiere tener animales productivos.<sup>153</sup>

#### c) Caprinos

i) Manejo: Se ha comprobado en muchas especies que el manejo no aversivo a edades tempranas facilita el establecimiento de una relación entre los animales y el hombre. En las cabras, se notó que si el manejo se lleva a cabo a la semana de edad o al destete, los animales no presentan una intención de alejamiento o miedo hacia el hombre, lo que facilita las intervenciones como desparasitaciones o exámenes clínicos.<sup>34</sup>

ii) Adopción de crías: El establecimiento de un reconocimiento de la cría pocos minutos después del parto, hace que la adopción de crías extrañas sea más difícil en los caprinos. Parece ser que las hembras marcan a sus crías en los 5 minutos que proceden al parto. Este tiempo es suficiente para reconocerlas aún si son separados por más de 3 horas. Si la cría es separada inmediatamente después del parto, evitando todo contacto con la madre, la hembra no la acepta

aún si la separación duró menos de 1 hora.<sup>85,100</sup> Cuando se le presenta una cría recién nacida que no haya tenido contacto alguno con su madre natural, dentro de los 5 minutos post-parto, la hembra la acepta. Existe también un factor de experiencia previa de partos sobre la responsividad maternal hacia las crías.<sup>100</sup>

#### d) Suinos

i) Manejo: Durante las 3 primeras semanas de la lactación, los lechones presentan su fase sensible de socialización, por lo que es importante familiarizarlos con el hombre durante este periodo para evitar daños futuros en los momentos en los que las prácticas de rutina se llevan a cabo.<sup>29,137</sup> Siendo esta especie muy particular, ya que las camadas son grandes y sus integrantes precoces al nacimiento, se ha notado que las crías forman un vínculo muy fuerte entre ellas, más que con su madre, principalmente en condiciones extensivas. Deberá de tomarse en cuenta esta dinámica de grupo, cuando se quiera regrupar o mezclar diferentes camadas.<sup>82</sup>

ii) Adopción de crías: Todavía no se conocen claramente los mecanismos por medio de los cuales una cerda reconoce a sus crías, pero se ha notado que la inducción de adopción de otras crías es difícil después de pasados 3 días del parto.<sup>150</sup>

iii) Efectos de la crianza en grupos por sexo: Generalmente después del destete, los machos son confinados en corrales, ya sea en grupos o aislados física y visualmente. Esto tiene como consecuencia el desarrollo de un comportamiento sexual anormal, en el cual el cortejo hacia la hembra en celo no se lleva a cabo, el número de cópulas disminuye así como el tiempo de eyaculación, además de que el semen presenta un alto porcentaje de espermatozoides anormales.<sup>110</sup> Un lechón aprende muchas conductas por observación, así que el estar aislado limita sus experiencias y las fases sensibles desaparecen sin tener la oportunidad de aprender.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

### e) Equinos

i) **Nacimiento:** Uno de los problemas que enfrentan los criadores de equinos, es la muerte de los potros al nacimiento. No se conocen todavía los factores fetales que pueden influenciar el vigor y la capacidad de sobrevivencia de las crías, pero lo que está claro, es que cuando un potro recién nacido no logra completar las etapas de recumbencia, elevación, ambulación, exploración del entorno, orientación hacia la madre, búsqueda de la ubre e ingestión del calostro, el vínculo que se crea entre él y su madre se debilita. El síndrome de desajuste neonatal es la consecuencia de esta falta de vínculo y la patología es puramente etológica.<sup>52</sup> El potro, al no lograr ningún movimiento, disminuye los estímulos que sirven a la madre para desplegar la respuesta materna.

ii) **Adopción de crías:** Se ha logrado la adopción de un potro extraño al colocarle la piel de la cría muerta de la yegua. No se sabe si es el olor de la piel o las características del pelaje que hicieron que la yegua lo aceptara como suyo.<sup>51,152</sup> También se han logrado adopciones al poner algún ungüento justo a la entrada de las fosas nasales de la yegua, al momento de introducir al potro extraño al corral, o sujetando durante 24 horas a la yegua y confinándola con el potro. Cuando ésto no es posible, se ha logrado amamantar a un potro con cabras lecheras.<sup>51</sup>

iii) **Entrenamiento:** Así como los equinos presentan una fase sensible para desarrollar una conducta natural de pastoreo, es necesario determinar la presencia de otras fases sensibles de aprendizaje, para facilitar su entrenamiento como caballos de carreras o de salto. En este rubro, se han hecho intentos por predecir el futuro potencial de un joven caballo como animal de carreras o de salto, por medio de la aplicación de pruebas de condicionamiento operante.<sup>90</sup>

### f) Aves

i) **Como animales de laboratorio:** Hasta ahora, la mayoría de los estudios sobre impronta se han hecho en aves precoces. Gracias a las observaciones en aves de Spalding y posteriormente de Lorenz, el proceso de impronta despertó el gran interés que ahora se le concede. Si bien los estudios se han afortunadamente expandido a otras especies, los

experimentos con aves siguen siendo un punto clave en la comprensión del desarrollo de este proceso, además de la facilidad que presentan para ser manejados, los bajos costos para mantenerlos y la rapidez de su reproducción.

ii) Crianza de pie de cría: La experiencia temprana a la que es sometida la especie (*Gallus gallus domesticus*) es crucial para su futuro comportamiento sexual, por lo que es importante, en explotaciones comerciales de pie de cría, controlar la formación de los grupos de crianza. Se puede ver que en algunas granjas, tanto las hembras como los machos son criados, desde el nacimiento, en grupos del mismo sexo. Esto tiene como consecuencia una mayor agresividad entre ellos y una débil actividad sexual. Leonard, *et. al.*,<sup>97,99</sup> condujeron una serie de experimentos para estudiar bajo que condiciones de crianza se obtenía una mejor reproducción de las aves, en este caso particular estudiaron a pollos White Leghorn. Observaron que las hembras criadas en grupos mixtos escogían a machos criados también en grupos mixtos, y que aquellas criadas en grupos por sexo preferían cruzarse con machos que habían crecido en grupos de machos. Es decir, preferían a machos que presentaban un comportamiento compatible.

iii) Como cuidadores: En una parvada de gansos en descanso, siempre hay alguno de los miembros que está despierto y alerta para detectar cualquier posible peligro. Los gansos poseen un sentido de la audición muy desarrollado, mucho más que aquel de un perro, por lo que son capaces de detectar más rápido y a mayor distancia cualquier sonido. Aunado a ésto, se ha aprovechado la facilidad con que los gansos se improntan con el hombre para hacerlos fungir como cuidadores excepcionales y alarmas vivientes. Un ganso en peligro no duda en lanzarse en un ataque, incluso contra otro hombre extraño, por lo que es muy común ver a estas aves libres en granjas o casas de campo.<sup>49</sup>



### 3) Animales de compañía

a) Asesoría veterinaria para la elección de un perro: La industria y el comercio que se han generado alrededor del "mejor amigo del hombre" son impactantes. Desgraciadamente también lo es la cantidad de perros que son abandonados en albergues, por no haber cumplido con las expectativas del dueño. En este caso estoy hablando de personas que se "enamoran" de un cachorro colocado en una vitrina para su venta. Lejos de emprender un debate ético o moral sobre este tipo de situaciones, creo que es importante y urgente hacer destacar el papel que juega un médico veterinario en el asesoramiento a las personas interesadas en comprar un perro. La asesoría vá más allá de las explicaciones sobre el tipo de alimentación o el calendario de vacunación y desparasitación, su punto más importante se centra en los perfiles generales del comportamiento de cada raza para prever si éstos concuerdan con lo que una persona espera recibir de su perro.<sup>66,133,109</sup> Pero si bien el hombre ha creado distintas razas, seleccionando su comportamiento, para que éstas puedan cumplir con las tareas que se les adjudican, se debe también tomar en cuenta las características de comportamiento de cada cachorro dentro de una camada. Antes que nada, el veterinario deberá conocer las condiciones en las que vive la camada: Aislada en un cuarto, con o sin contacto con el hombre. Esto es de suma importancia ya que los perros presentan su fase sensible de socialización entre la 3a. y 12a. semanas de edad<sup>58,110</sup> y generalmente los cachorros se ponen a la venta a la 8a. semana de edad. Si sus contactos con el hombre han sido aversivos, además de encontrarse enjaulados hasta que alguien se interese por ellos, pueden posteriormente desplegar comportamientos no deseados como el miedo, el cual puede expresarse ya sea con inmovilidad, exceso de sumisión o agresividad.<sup>121</sup> Este perfil es poco deseado sobre todo si se piensa entrenar al perro. Se debe también tomar en cuenta los intercambios sociales de los cachorros dentro de la camada: La experiencia con sus hermanos define la jerarquización dentro de la camada y los estatus de dominancia empiezan a establecerse. Existen pruebas de comportamiento que se aplican a los cachorros, que si bien no pueden especificar su futuro comportamiento, por lo menos se pueden obtener algunos perfiles importantes para su selección, como su grado de atracción social, independencia y dominancia.<sup>42</sup> Una vez realizadas estas pruebas, el veterinario podrá escoger los animales que más le

convengan según sea la demanda y podrá asesorar al cliente de manera a que éste quede satisfecho con su elección.

b) Utilización de perros entrenados como ayuda a personas discapacitadas: Actualmente existen programas de entrenamiento de perros para ayudar a personas ciegas,<sup>59,60</sup> sordas,<sup>70</sup> parapléjicas,<sup>105</sup> que sufren de ataques epilépticos, y como parte de terapias psicológicas principalmente en centros geriátricos y prisiones (Terapia facilitada por animales).<sup>31,39,41,55</sup> Estos perros deben de presentar un comportamiento muy sociable, no agresivo y tener la capacidad de aprender rápido. Los centros de entrenamiento se vieron enfrentados al problema de desechar hasta la mitad de los cachorros que habían seleccionado porque su comportamiento había cambiado negativamente, para los propósitos deseados, alrededor de los 6 meses de edad. De ahí que se hayan inventado métodos de selección genética del comportamiento<sup>59</sup> y pruebas para predecir su futuro comportamiento adulto.<sup>60</sup> Aunado a esto, los centros se han preocupado por obtener los cachorros de criaderos en los cuales el entorno es cuidadosamente adaptado para que los animales estén en continuo contacto tanto con otros perros como con el hombre. Una privación de contacto con el hombre, durante el periodo sensible de socialización, tiene como consecuencia la presentación del síndrome de la perrera, en el cual el perro huye de la presencia del hombre, tiene miedo, y cualquier mecanismo de aprendizaje es casi imposible. Cuando el caso es el contrario, por ejemplo que un cachorro sea cuidado exclusivamente por el hombre, sin ningún contacto con su propia especie, el perro presenta una actitud de retiro frente a otro miembro de su especie y no establece ningún tipo de comunicación. Presentan un excesivo apego hacia el hombre y hasta desvían su comportamiento sexual hacia éste. Por otra parte, los programas de entrenamiento de perros para personas discapacitadas cuentan con un esquema especial en el que los cachorros, al ser destetados a la 6ta. semana de edad, son llevados a las casas de voluntarios que se ocupan de ellos hasta que el entrenamiento especial se lleva a cabo, alrededor del primer año de edad. Este esquema es llamado, generalmente, el "puppy-walker scheme" o "socializadores". Las finalidades de este esquema son las siguientes:

1) Que el cachorro identifique al hombre como el miembro dominante de su manada. Al adoptar a un cachorro e integrarlo a una familia, ésta se vuelve su grupo social, en el cual debe de establecerse una jerarquía. Parece ser que existen fases sensibles durante las cuales un perro puede establecer esta relación dominante/dominado: A los 4-5 meses, a los 7-8 meses y a los 10-11 meses de edad. Durante estas fases sensibles el cachorro está todavía en la casa de los voluntarios, por lo que es importante asesorarlos para que puedan mantener el control sobre el perro y evitar así la agresión por dominancia.

2) Enfrentar al cachorro a cuantas situaciones estimulantes distintas sea posible, para que por habituación se eleven los umbrales de estimulación. Durante su crecimiento, el cachorro es enfrentado a situaciones que activan los receptores de estímulos auditivos, olfativos, táctiles, visuales y gustativos. El animal edifica así un sistema de referencias. El periodo de establecimiento de los umbrales de estimulación es un periodo sensible, y comienza alrededor de la 3a. semana de edad y su finalización se sitúa alrededor de la 8a. a 12a. semanas de edad. Por lo que los voluntarios tienen como trabajo enfrentar al cachorro a cuantos ruidos, objetos y situaciones, como paseos por la calle o vueltas en un centro comercial, se les ocurran.<sup>58</sup> Todo este procedimiento está enfocado a familiarizar al perro con situaciones que encontrará durante su vida como perro de servicio, y para que su comportamiento esté siempre "a la altura" de los motivos de su entrenamiento.

c) Gatos: El gato también presenta una fase sensible de socialización, entre la 2a. y la 7a. semanas de edad, por lo que es importante ponerlos en contacto con el hombre en ese lapso de tiempo, si se quiere obtener un felino que no sea "huraño" y que busque la cercanía con su dueño.<sup>40</sup>

#### **4) Piscicultura**

Los cultivadores de salmónes se encuentran con la necesidad de cular los huevos bajo condiciones artificiales para evitar la alta mortalidad que se da en condiciones naturales. Una vez desarrollados, los salmónes son liberados en el mar. Los criadores enfrentan el problema de la

contaminación de los mares o corrientes que estos peces normalmente habitan. ¿Cómo hacer para que un salmón regrese al lugar que ha sido escogido por el hombre para completar su ciclo migratorio? Como ya se ha mencionado anteriormente, las especies migratorias como el salmón, logran regresar a su lugar de origen en parte por el reconocimiento de los olores del río y de las corrientes específicas de su ruta migratoria, por medio de un proceso de una impronta olfativa. Por lo tanto, es necesario hacerles conocer la ruta que van a tener que emprender, principalmente a aquellos que han sido criados artificialmente. Una manera de hacerlo, es colocandolos en jaulas especiales, jaladas por los barcos que siguen su ruta; de esta manera los salmones están en contacto con el agua y con las sustancias olorosas características, para que puedan recibir los estímulos correctos y se lleve a cabo la impronta olfativa. Se ha comprobado que los salmones pueden imprintsarse con sustancias químicas específicas, por lo que si son puestos en contacto con éstas durante su periodo sensible en la piscifactoría en la que son criados hasta que empiezan a alimentarse por si solos, y después esta sustancia es liberada en la boca del río que tienen que recorrer de regreso, los salmones son capaces de identificarla y de encontrar así su camino.<sup>71,110</sup>

### **5) Otras aplicaciones**

a) Domesticación de especies: La domesticación es el proceso mediante el cual se aparta de un medio natural a un individuo y se coloca en un entorno de cautiverio, en el cual tanto la alimentación, el cuidado y la reproducción son controlados por el hombre.<sup>49</sup> Mediante este proceso, una población de animales se adapta al hombre y al entorno gracias a la combinación de cambios genéticos que ocurren a través de generaciones.<sup>123</sup> La domesticación de los animales se ha hecho para adaptarlos a condiciones específicas de explotación, facilitando al hombre la tarea de obtener sus productos y beneficios, entre los cuales encontramos los siguientes.

**CUADRO 3: USO DE LOS ANIMALES DOMESTICOS (Modificado de Derek Ellis, 1985)**

USO	ANIMALES UTILIZADOS
1) <i>Alimento</i>	Bovinos, suinos, ovinos, caprinos, ostiones, trucha aves, abejas.
2) <i>Protección</i>	Perros, gansos
3) <i>Materiales</i>	Gusano de seda, elefantes para la construcción
4) <i>Transporte</i>	Caballos, camellos, bueyes, palomas mensajeras
5) <i>Compañía</i>	Perros, gatos
6) <i>Guerra</i>	Elefantes, perros, delfines
7) <i>Dominación</i>	Perros, caballos
8) <i>Deporte</i>	Caballos, halcones, palomas, perros

La domesticación de ciertas especies data de miles de años antes de la época cristiana, como lo veremos a continuación.<sup>49</sup>

**CUADRO 4: EPOCA DE LA DOMESTICACIÓN DE DISTINTAS ESPECIES<sup>49</sup>**

1.- Ovinos: 8500 años A.C.	2.- Caballo: 3000 a.A.C.
3.- Perro: 8400 a.A.C.	4.- Abeja: 3000 a.A.C.
5.- Cebra: 7500 a.A.C.	6.- Banteng: 3000 a.A.C.
7.- Cerdo: 7000 a.A.C.	8.- Búfalo de agua: 2500 a.A.C.
9.- Bovinos: 6500 a.A.C.	10.- Pato: 2500 a.A.C.
11.- Cuyo: 6000 a.A.C.	12.- Yak: 2500 a.a:c.
13.- Gusano de seda: 3500 a.A.C.	14.- Gallina doméstica: 2000 a.A.C.
15.- Llama: 3500 a.A.C.	16.- Gato: 1600 a.A.C.
17.- Asno: 3000 a.A.C.	18.- Ganso: 1500 a.A.C.
19.- Camello: 3000 a.A.C.	20.- Alpaca: 1500 a.A.C.
21.- Dromedario: 3000 a.A.C.	22.- Ciervo: 1000 a.A.C.

Pero el hombre, sigue buscando domesticar otras especies que estén naturalmente adaptadas a un entorno particular con el fin de poder proveer alimento a la cada vez más grande población mundial, además de poder sacar provecho de productos demandados por la sociedad. Así encontramos que se han hecho intentos por domesticar al ciervo rojo (*Cervus elaphus*) en Inglaterra, Canadá y Nueva Zelanda, a ciertas especies de antílopes en varias regiones de Africa, a las pacas (*Cuniculus paca*) en Centro-América, a los zorros (*Vulpes fulvus*) en la Unión Soviética y muchas otras especies como las avestruces o los bisontes.<sup>30,45,98,110</sup>

La pregunta a hacerse es ¿Cuáles son los procesos mediante los cuales ciertas especies pueden ser domesticadas? Hale (1969)<sup>49</sup> contestó a esta pregunta desarrollando un concepto que involucra las características comportamentales de ciertos animales que favorecen su respuesta a la domesticación. A continuación se presenta un cuadro en la que se resumen estas características, dentro de las cuales el proceso de impronta y sus efectos en el comportamiento adulto de los animales, juegan un papel importante<sup>49,140</sup> (Cuadro 5).

**CUADRO 5: CARACTERISTICAS DE COMPORTAMIENTO PARA LA DOMESTICACION (Ellis 1986)<sup>19</sup>**

**Características favorables**

**Características desfavorables**

**I. Estructura de grupo**

- |  |   |
|--|---|
| A. Grupos sociales grandes e intercambios individuales frecuentes entre grupos | A. Grupos pequeños y permanentes                                |
| B. Estructura organizacional con rangos Existe un líder del grupo              | B. Estructura organizacional territorial o de castas (colonial) |
| C. Grupos mixtos   | C. Grupos por sexo  |
| D. Señas sociales por movimientos y posturas                                   | D. Señas sociales por distintivos (Color o morfología)          |

**II. Comportamiento sexual**

- |                             |                                  |
|-----------------------------|----------------------------------|
| A. Promiscuidad             | A. Formación de parejas          |
| B. Cortejo corto y flexible | B. Cortejo largo y estereotipado |

**III. Interacciones entre los padres y las crías**

- |  |   |
|--|---|
| A. Impronta de las crías con los padres y aprendizaje de la imagen de la especie | A. Reconocimiento heredado de la imagen de la especie |
| B. Un solo progenitor cuida de la cría   | B. Los dos progenitores cuidan de la cría             |
| C. Progenitor aprende las caract. de la cría (pueden adoptar)                    | C. Progenitores reconocen cría por caract. heredadas  |
| D. Crías precoces  | D. Crías altrices                                     |
| E. Etapa moderada de aprendizaje juvenil   | E. Periodos de aprendizaje muy largos o muy cortos    |

**IV. Respuestas a la presencia humana**

- |   |   |
|---|---|
| A. Distancia de evitamiento corta                                     | A. Distancia de evitamiento larga   |
| B. Poco disturbados por el hombre o por cambios súbitos en el entorno | B. Facilmente disturbados por el hombre o por cambios súbitos en el entorno |

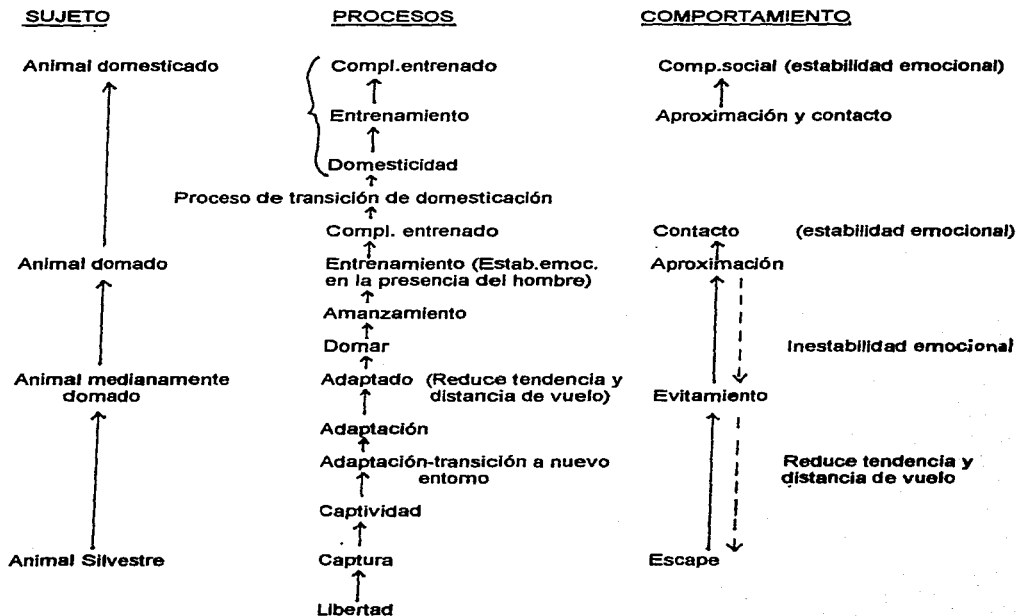
**V. Adaptabilidad a los medios**

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| A. Oportunistas                 | A. Especializados                              |
| B. Omnívoros                    | B. Requerimientos alimenticios especiales      |
| C. Tolerancia amplia de habitat | C. Tolerancia estrecha de habitat              |
| D. Ciclo de vida directo        | D. Ciclo de vida complejo (Estadios larvarios) |
| E. Agilidad limitada            | E. Agilidad extrema                            |
| F. Tamaño y poder moderados     | F. Muy grandes (poderosos) o muy chicos        |

Con el proceso de domesticación se busca transferir a los animales a entornos específicos y seleccionar genéticamente caracteres como la docilidad, la adaptabilidad y ajuste a esos entornos, seleccionar características deseables de importancia económica como la alta fertilidad, crecimiento rápido, conversión alimenticia eficiente y alta producción, se busca reducir las características "salvajes" de los animales (i.e. obtener ganado que no tenga cuernos o poco desarrollados) y poder tener el control de cruzamientos entre razas para obtener individuos que produzcan más pero que estén adaptados al entorno y al tipo de explotación. Para llegar a tener una especie domesticada, se tiene que pasar por ciertas etapas, entre las cuales se encuentran la doma o amansamiento, es decir, la reducción de la respuesta de evitamiento hacia el hombre utilizando el proceso de habituación, y el entrenamiento,<sup>51</sup> provocando así el establecimiento de una relación entre el hombre y el animal. Estos dos procedimientos se logran conociendo las fases sensibles de impronta, sus efectos sobre el comportamiento sexual y social del animal adulto y conociendo también las fases sensibles de aprendizaje de las especies. A continuación se presenta un cuadro sobre las etapas del desarrollo de la relación que se crea entre el ser humano y los animales<sup>51</sup> (Cuadro 6).



**CUADRO 6 : DESARROLLO DE LA RELACIÓN HOMBRE-ANIMAL (Modificado de Hediger,1964 en Fox,1968)**



b) El proceso de impronta, las fases sensibles y la psicología: Si bien se ha demostrado que los aportes de la psicología al estudio del comportamiento de los animales de granja han sido mínimos,<sup>89</sup> no lo han sido para lo que respecta a los animales de laboratorio como las ratas y los ratones, el cuyo, las gallinas, las palomas, los perros y los primates. La psicología experimental ha sacado provecho del fácil manejo de estos animales para realizar un gran número de estudios sobre el condicionamiento clásico y operante, procesos cognoscitivos y de aprendizaje, y su aporte a la comprensión de la conducta humana y a su tratamiento han sido invaluable.<sup>107</sup> En lo que respecta a los estudios sobre impronta y las fases sensibles, no podemos olvidar los trabajos de Harlow en macacos cuyos resultados han sido de suma importancia para mejorar las condiciones de los orfanatos en los cuales los niños privados de afecto y de algún contacto con un adulto desarrollaban comportamientos de retraso mental o de un gran abuso de menores al ser adultos.<sup>107</sup> Estudios en ratas separadas de sus madres demostraron que la producción de la hormona de crecimiento disminuía, por lo que las ratas presentaban enanismo, al igual que infantes que habían sido aislados psicosocialmente de sus madres. En un intento por entender la impronta en el ser humano, Leon (1992)<sup>96</sup> se basa en los experimentos realizados principalmente en ratas. Estudia las respuestas de las ratas y de los bebés a estímulos olfativos, auditivos y visuales. La experiencia temprana, el aprendizaje precoz, las fases sensibles de aprendizaje y la privación de contacto con estímulos de diversos tipos han sentado las bases para entender ciertas deficiencias en el desarrollo humano y la desviación de comportamientos, pero la gran mayoría de los descubrimientos se han hecho en animales y se han aplicado al hombre.<sup>90,98,107,135</sup> Los perros y los macacos han sido utilizados para ayudar a personas discapacitadas y otros animales como los delfines, los caballos y los animales de compañía han jugado el papel de co-terapeutas para tratar enfermedades o necesidades psicológicas de afecto, compañía y auto-estima del hombre. De alguna manera, conocer el desarrollo del comportamiento de los animales y sus bases neurobiológicas, es conocer el comportamiento del hombre.

## **V. CONCLUSIONES**

El ejemplo de la falla en la reproducción de un animal en peligro de extinción es muy ilustrativo del cuidado que se debe de tener al ejercer cualquier acción que diste de parecerse a la que normalmente se lleva a cabo en la naturaleza: Un animal silvestre criado por el hombre, sin contacto alguno con miembros de su propia especie durante la breve fase sensible de impronta, difícilmente reconocerá a su propia especie y buscará una pareja, y si no es el caso, seguramente presentará una deficiente actitud de cuidado hacia las crías, indispensable para su sobrevivencia. Los breves periodos sensibles de impronta filial, sexual o maternal son irreversibles, en el sentido en que no se llevarán a cabo de manera innata si el periodo sensible ha terminado. Se necesitaría de un proceso de adquisición o aprendizaje diferente y más largo para que el establecimiento de un vínculo o reconocimiento de la especie se lleve a cabo. La presentación de estos procesos representan un instante comparados con toda la vida de un individuo, un instante que puede representar la diferencia entre producir mucho o nada y sobrevivir o morir. ¿Qué medidas puede tomar un médico veterinario y zootecnista para mantener las condiciones óptimas para que se lleve a cabo un proceso normal de impronta ? Las respuestas a esta pregunta son las siguientes :

1.- Estudiar los patrones de comportamiento habituales de la especie que estudia. Se necesita estudiarlos bajo diferentes condiciones como serían el comportamiento maternal pre y post- parto, el comportamiento paternal, el comportamiento neonatal, las interacciones sociales y la estructura de la jerarquización dentro de los grupos. Todas estas observaciones registrarías en etogramas. Si hablamos de especies silvestres es necesario conocer su comportamiento en condiciones naturales, para poder establecer un punto de referencia con animales en cautiverio.

2.- Considerar el desarrollo individual de cada sujeto, sus experiencias tempranas sociales y con el entorno, su raza y su sexo .

3.- Proyectar instalaciones adecuadas para que los animales puedan desplegar esos patrones de comportamiento. En este punto es necesario recordar que muchas veces las instalaciones están hechas para comodidad de los manejadores de los animales. Cualquiera que sea el tipo de explotación, sometemos a los animales a entornos artificiales, sin tomar en cuenta sus necesidades comportamentales.<sup>53</sup> Hemos visto que las hembras de muchas especies se

apartan de un grupo antes del parto y buscan un lugar para parir. Los minutos y horas que proceden al parto son de suma importancia para que se establezca el vínculo madre-cría. Si una hembra no encuentra un lugar apropiado y tranquilo para parir, puede desviar su atención de la cría y la impronta no se lleva a cabo. Las instalaciones deben además procurar espacios en los que se puedan llevar a cabo las interacciones sociales entre los individuos de distintos sexos y edades. Por ejemplo, a través del juego, las crías empiezan a establecer los estatus de dominancia, el establecimiento de grupos mixtos favorece el comportamiento sexual normal de los individuos, existen muchas especies que viven la mayor parte de su vida de manera solitaria por lo que es indispensable proporcionarles instalaciones exclusivas a la edad en la que normalmente se separan de sus padres y en el caso de las especies que son monógamas, procurar mantener junta a una pareja establecida.

4.- En el campo de la selección y manipulación genética, el etólogo veterinario, conciente de los procesos de impronta, tiene como tarea seleccionar a las hembras que presenten una buena actitud materna y estudiar, por ejemplo, las implicaciones comportamentales de tener una madre adoptiva de otra especie cuyos patrones de comportamiento difieren de aquellos de la especie de la cría.

5.- Conocer el impacto del manejo sobre el comportamiento de los animales. En este rubro entran no solamente la proyección de instalaciones y el enriquecimiento del entorno, también se debe de considerar en que estadios del desarrollo se están manipulando los animales y de qué forma, ya que si es durante cualquier periodo sensible, su impacto sobre el comportamiento del animal puede perdurar de por vida.

6.- Conocer cómo se forma una relación entre el hombre y los animales. Este tema ha ido tomando un gran impulso, no solamente en el rubro del amanzamiento y domesticación de los animales para su posterior explotación, pero también por la importancia que están tomando los programas de terapia facilitada por animales y la utilización de éstos para ayudar a personas discapacitadas.

7.- El etólogo veterinario tiene que asegurar que los animales utilizados en programas de terapia facilitada por animales hayan pasado su etapa de socialización en estrecho contacto con el

ser humano y que los animales hayan sido expuestos a las muchas situaciones que pudieran enfrentar durante las terapias. Es su responsabilidad seleccionar los animales en base a pruebas de comportamiento y poder asegurar que no va a ocurrir ningún percance a lo largo de las sesiones. Siempre existirá la posibilidad de que un animal reaccione negativamente al estrés al que es sometido, por lo que la presencia del especialista en el comportamiento de ese animal se vuelve indispensable en cada sesión, para poder ir observando y evaluando el desempeño del animal y poder dar fin a una sesión cuando se observe que el animal ha sido llevado hasta su límite. En los casos de la delfinoterapia o de la hipoterapia, en las cuales niños autistas o con parálisis cerebral son puestos en contacto con los delfines o caballos, los niños tienen un despliegue de comportamiento muy efusivo, gritan y se mueven mucho. Tanto los delfines como los caballos empiezan a demostrar nerviosismo después de varias sesiones en un solo día. Por lo tanto, es necesario saber cuando dar fin a la sesión y dar intervalos de descanso a los animales.

8.- Conocer las bases neurobiológicas del comportamiento: La neuroetología tiene como objetivos entender la naturaleza, los mecanismos y el papel de las distintas regiones del sistema nervioso en la integración y la regulación del comportamiento de los animales. Aún si se han hecho muchos avances al respecto, como determinar la región del cerebro de las aves involucrado en el proceso de impronta o poder determinar que existen factores del entorno que tienen un efecto sobre el desarrollo del sistema nervioso durante ciertos periodos críticos post-natales, es necesario poder integrar todos estos conocimientos y entender los mecanismos neuronales que facilitan la plasticidad y la adaptación al entorno de los animales.<sup>54</sup>

9.- Estar conscientes que la etología aplicada está vinculada con muchas otras disciplinas, como la biología, la genética, el estudio de la evolución de las especies, la fisiología, la ecología, la psicología, la anatomía comparada, la agricultura, la tecnología, la ética y la medicina veterinaria y zootecnia, entre muchas otras. En realidad, la etología es una disciplina que es complementaria de todas las anteriores.<sup>53</sup>

## **VI. SUGERENCIAS PARA INVESTIGACIONES A FUTURO.**

En 1974, la Sociedad Internacional para la Etología Aplicada, creó una revista, la Applied Animal Ethology (conocida ahora como la Applied Animal Behavior Science) con la finalidad de poder publicar los avances relativos a esta disciplina.<sup>17</sup> De los 1325 artículos publicados de 1975 a 1996, 74 están relacionados con el proceso de impronta y la presentación de las fases sensibles de aprendizaje, es decir, representan un 5.58 % del total de los temas publicados. Si bien considero que es un porcentaje considerable, tomando en cuenta la gran cantidad de temas que la etología puede abarcar, creo que es necesario resaltar que ninguno de los 74 artículos incluyen el término de "impronta" en sus títulos. Generalmente se menciona la relación madre-cría, el reconocimiento madre-cría, el comportamiento materno o neonatal y el efecto de la experiencia o del manejo temprano sobre el comportamiento. De los 74 artículos, 30 están dedicados a los ovinos, es decir, un 40.54 %; 9 están dedicados a los bovinos (12.16%), 8 a caprinos (10.81%), 7 a fauna silvestre (9.45%), 5 a suinos (6.75 %), 3 a las aves domésticas, equinos y perros respectivamente (4.05%). Por lo que mis propuestas de líneas de investigación se centrarían en:

- 1.- Realizar y registrar las observaciones detalladas sobre el comportamiento periparturiente de las siguientes especies, en orden de importancia: Equinos, suinos, caprinos, bovinos.
- 2.- Realizar y registrar observaciones detalladas del comportamiento neonatal en las mismas especies.
- 3.- Realizar mediciones de los niveles hormonales de las crías al nacimiento y en los periodos alrededor del destete.
- 4.- Realizar estudios que puedan esclarecer a qué tipo de estímulos responden tanto las madres como las crías para establecer el vínculo, en distintas especies.
- 5.- Extender las investigaciones sobre el proceso de impronta a especies altrices, como los cánidos, felinos y primates.
- 6.- Realizar investigaciones en las que se puedan determinar las fases sensibles de aprendizaje en distintas especies.
- 7.- Promover la participación de los médicos veterinarios y zootecnistas en los programas de terapia facilitada por animales y entrenamiento de animales para ayudar a personas

discapacitadas.

8.- Concientizar al médico veterinario especialista en pequeñas especies sobre la importancia de dar asesoría etológica al comprador de un perro o gato y en el momento en el que el animal presente problemas de comportamiento. Esto ayudaría a evitar el abandono de las mascotas.

9.- Promover las prácticas etológicas en los zoológicos para poder realizar y registrar el comportamiento materno y filial de especies en cautiverio y tratar de determinar los estímulos responsables de la formación del vínculo.

10.- Capacitar a los responsables del manejo de los animales en cautiverio para que sus interacciones con ellos no interfieran con el desarrollo "normal" del comportamiento adulto del animal.

11.- Cuando el cuidado de las crías depende tanto de la madre como del padre, estudiar detalladamente las intervenciones del padre y estudiar la formación del vínculo entre él y sus crías.

12.- Cuando el cuidado de las crías depende también de los hermanos mayores o de otras hembras, estudiar las interacciones y la formación del vínculo entre ellos.

13.- Realizar experimentos para esclarecer las bases neurobiológicas de la presentación del proceso de impronta y de las fases sensibles en distintas especies.

14.- Integrar a la experiencia veterinaria los estudios realizados en psicología experimental sobre el comportamiento de animales de laboratorio, como los primates, las aves domésticas, los ratones, las ratas, los cuyos, los perros y los gatos.

## VII. LITERATURA CITADA

- 1.-Adret, P.: Operant conditioning, song learning and imprinting to taped song in the zebra finch. *Anim. Behav.*, 46: 149-159 (1993).
- 2.-Alexander, G.: Role of auditory and visual cues in mutual recognition between ewes and lambs in Merino sheep. *Appl. Anim. Ethol.*, 3: 65-81 (1977).
- 3.-Alexander, G. and Shillito, E. E.: The importance of odour, appearance and voice in maternal recognition of the young in Merino sheep (*Ovis aries*). *Appl. Anim. Ethol.*, 3: 127-135 (1977).
- 4.-Alexander, G. and Shillito, E. E.: Importance of visual clues from various body regions in maternal recognition of the young in Merino sheep (*Ovis aries*). *Appl. Anim. Ethol.*, 3: 137-143 (1977).
- 5.-Alexander, G. and Shillito, E. E.: Visual discrimination between ewes and lambs. *Appl. Anim. Ethol.*, 4: 81-85 (1978).
- 6.-Alexander, G. and Stevens, D.: Failure to mask lamb odor with odoriferous substances. *Appl. Anim. Ethol.*, 8: 253-260 (1982).
- 7.-Alexander, G. and Stevens, D.: Odour cues to maternal recognition of lambs : An investigation of some possible sources. *Appl. Anim. Ethol.*, 9: 165-175 (1982/83).
- 8.-Alexander, G.; Stevens, D. and Bradley, L. R.: Washing lambs and confinement as aids to fostering. *Appl. Anim. Ethol.*, 10: 251-261 (1983).
- 9.-Alexander, G.; Stevens, D. and Bradley, L. R.: I. Facilitation by use of textile lamb coats. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 14: 315-334 (1985).
- 10.-Alexander, G. and Stevens, D.: II. Use of hessian coats to foster an additional lamb on to ewes with single lambs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 14: 335-344 (1985).
- 11.-Alexander, G. and Stevens, D.: III. Facilitation by the use of odorants. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 14: 345-354 (1985).
- 12.-Alexander, G. and Bradley, L. R.: IV. Use of restraint. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 14: 355-364 (1985).
- 13.-Alexander, G.; Poindron, P.; Le Neindre, P.; Stevens, D.; Lévy, F. and Bradley, L.: Importance of the first hour post-partum for exclusive maternal bonding in sheep. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 16: 295-300 (1986).
- 14.-Alexander, G.; Stevens, D. and Bradley, L. R.: Fostering in sheep. V. Use of unguents to foster an additional lamb onto a ewe with a single lamb. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 17: 95-108 (1987).
- 15.-Anderson, D. M.; Hulet, C. V.; Smith, J. N.; Shupe, W. L. and Murray, L. W.: Heifer disposition and bonding of lambs to helpers. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 19: 27-30 (1987).
- 16.-Anderson, D. M.; Hulet, C. V.; Smith, J. N.; Shupe, W. L. and Murray, L. W.: Bonding of young sheep to heifers. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 19: 31-40 (1987).



- 17.-Appleby, M. C. and Hughes, B. O.: The future of applied ethology. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **35**: 389-395 (1993).
- 18.-Amoud, C.; Picketty, V. and Lévy, F.: Behaviour of ewes at parturition toward amniotic fluids from sheep,cows and goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **32**:191-196 (1991).
- 19.-Baptista, L. F. and Petrinovich, L.: Social interaction, sensitive phases and the song template hypothesis in the white-crowned sparrow. *Anim. Behav.*, **32**: 172-181 (1984) .
- 20.-Barfield, C. H. ; Tang-Martinez, Z. and Trainer, J. M.:Domestic calves (Bos taurus) recognize their own mothers by auditory cues. *Ethology*, **97**: 257-264 (1994).
- 21.-Barber, J. A. & Crowell-Davis, S. L: Maternal behaviour of Belgian mares (Equus caballus). *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **41**:161-189 (1994).
- 22.-Bateson, P. and Seaburne-May, G.: Effects of prior exposure to light on chick's behaviour in the imprinting situation. *Anim. Behav.*, **21**: 720-725 (1973).
- 23.- Bateson, P and Jaeckel, J. B.: Imprinting : correlations between activities of chicks during training and testing. *Anim. Behav.*, **21**: 899-906 (1974).
- 24.- Bateson, P.: How do sensitive periods arise and what are they for ? *Anim. Behav.* **27**: 470-486 (1979).
- 25.- Bateson, P.: Mate Choice. *Cambridge Univ. Press*, Cambridge, 1983.
- 26.- Bateson, P.: Are there principles of behavioural development? En : The Development and Integration of Behaviour. Essays in Honour to Robert Hinde. Edited by Bateson, P. *Cambridge University Press*, Cambridge, 1991.
- 27.-Bateson,P. and Horn, G.: Imprinting and recognition memory : A neural net model. *Anim. Behav.*, **48**: 695 -715 (1994).
- 28.- Baumel, J. J.: Nomina Anatomica Avium. *Academic Press*, London, 1979.
- 29.- Beattie, V. E.: Walker, N. and Sneddon, I. A.: Influence of maternal experience on pig behaviour. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **46**: 159-186 (1996).
- 30.- Belyaev, D. K.; Plyusnina, I. Z. and Trut, L. N.: Domestication in the silver fox (*Vulpes fulvus* DESM): Changes in physiological boundaries of the sensitive period of primary socialization. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **13**: 359-370 (1984/85).
- 31.- Blackshaw, J. K.: Developments in the study of human-animal relationships. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **47**: 1-6 (1996).
- 32.- Boakes, R. and Panter, D.:Secondary imprinting in the domestic chick blocked by previous exposure to a live hen. *Anim. Behav.*, **33**: 353-365 (1985).
- 33.-Boivin, X.; Le Neindre, P. and Chupin, J. M.: Establishment of cattle-human relationships. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **32**: 325-335 (1992).
- 34.-Boivin, X. and Braastad, B. O.: Effects of handling during temporary isolation after early weaning on goat kid's later response to humans. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **48**: 61-71 (1996).

- 35.-Bolhuis, J. J. and Bateson, P.: The importance of being first : A primacy effect in filial imprinting. *Anim. Behav.*, 40: 472-483 (1990).
- 36.-Bolhuis, J. J. and Horn, G.: Generalization of learned preferences in filial imprinting. *Anim. Behav.*, 44: 185-187 (1992).
- 37.-Bolhuis, J. J. and Honey, R. C.: Within-event learning during filial imprinting. *J. Exp. Psychol. Anim. Behav. Processes*, 20: 240-248 (1994).
- 38.-Bordi, A.; De Rosa, G.; Napolitano, F.; Litterio, M.; Marino, V. and Rubino, R.: Postpartum development of the mother-young relationship in goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 42: 145-152 (1994).
- 39.-Boucher, K. L. and Will, L. A.: An overview of animal facilitated therapy. *Iowa State University Veterinarian*, 53: 10-14 (1985).
- 40.- Bradshaw, J. W.: The behaviour of the domestic cat. *CAB International*, U.K., 1992.
- 41.-Brickel, C. M.: Pet-facilitated psychotherapy: A theoretical explanation via attention shifts. *Psychol. Reports*, 50: 71-74 (1982).
- 42.-Campbell, W. E.: A behaviour test for puppy selection. *Modern Veterinary Practice*, December: 29-33 (1972).
- 43.- Carson, K. and Wood-Gush, D. G. M.: Equine Behaviour : A review of the literature on social and dam-foal behaviour. *Appl. Anim. Ethol.*, 10: 165-178 (1983).
- 44.- Castrén, H.; Algers, B.; de Pasillé, A-M.; Rushen, J. and Uvnäs-Moberg K.: Preparturient variation in progesterone, prolactin, oxytocin and somatostatin in relation to nest building in sows. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 38: 91-102 (1993).
- 45.-Church, J. S. and Hudson, R. J.: Calving behavior of farmed wapiti (*Cervus elaphus*). *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 46: 236-270 (1996).
- 46.-Cook, S. E.: Retention of primary preferences after secondary filial imprinting. *Anim. Behav.*, 46: 405-407 (1993).
- 47.-Dunn, G. C.; Price, E. O. and Katz, L. S.: Fostering calves by odor transfer. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 17: 33-39 (1987).
- 48.- Eibesfeld, E.: Etología: Introducción al estudio comparado del comportamiento. *Ed. Omega*, Barcelona, 1979.
- 49.- Ellis, D. V.: Animal behavior and its applications. *Lewis Publishers, Inc.*, USA, 1985.
- 50.- Ewert, J. P.: Concepts in vertebrate neuroethology. *Anim. Behav.*, 33: 1-29 (1985)
- 51.- Fox, M. W.: Abnormal behavior in animals. *W.B. Saunders Company*, USA, 1968.
- 52.- Fraser, A. F.: The neonatal bond. *Appl. Anim. Ethol.*, 2: 193-196 (1976).
- 53.- Fraser, A. F.: The practice of ethology in animal usage. *Appl. Anim. Ethol.*, 9: 1-5 (1982/83).
- 54.- Fraser, A. F.: Applying neuroethology. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 14: 305-314 (1985).
- 55.- Gagnon, A. C.: Les animaux: Rôle médical et social. *Point. vét.*, 19: 707-720 (1987).

- 56.- Gibbons, E. F. and Durrant, B. S.: Behavior and development in offspring from interspecies embryo transfer: Theoretical issues. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 18 :105-118 (1987).
- 57.- Giffroy, J. M.: Apprentissage et thérapies comportementales. *Revue Méd. Vét.*, 139: 1073-1080 (1988).
- 58.- Giffroy, J. M. : Les troubles du comportement et le développement du chien. *Le Point Vétérinaire*, 21: 311-319 (1989).
- 59.- Goddard, M. E. and Beilharz, R. G.: Genetics of traits which determine the suitability of dogs as guide dogs for the blind. *Appl. Anim. Ethol.*, 9: 299-315 (1982/83).
- 60.- Goddard, M. E. and Beilharz, R. G.: early prediction of adult behaviour in potential guide dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 15: 247-260 (1986).
- 61.- Gottlieb, G.: Development of species identification in ducklings: X). Embryonic critical period for species-typical perception in the hatchling. *Anim. Behav.*, 33: 225-233 (1985).
- 62.- Goullioud, A.: Leur passion, c'est les oiseaux. *Femme Actuelle*, N° 652 :18-18 (1997).
- 63.- Grier, J. W. and Burk, Th.: Biology of Animal Behaviour. 2nd Ed. Mosby Yearbook Inc., USA, 1992.
- 64.- Gubemick, D. J.: Maternal "imprinting" or maternal "labeling" in goats. *Anim. Behav.*, 28:124-129 (1980).
- 65.- Gubemick, D. J. and Klopfer, P.H.: Parental Care in Mammals. *Plenum Press New York*, 1981.
- 66.- Gustafson, B.: The veterinarian's role in prescribing pets. *VM/SAC Pet Practice*, December: 1507-1508 (1974).
- 67.-Harlow, H. F. (1959): El Amor en los Monos Pequeños. En: Comportamiento animal. Editado por: T. Eisner & E. Wilson. H. Blume, España, 1978.
- 68.-Harper, L. V.: Offspring effects upon parents. En: Parental Care in Mammals. Ed. Gubemick, D. J. and Klopfer, P.H., pp 150-163, *Plenum Press*, NY, 1981.
- 69.-Harrois-Monin, F.: Washoe enseigne ... son fils la langue humaine. *Science et Vie*, n° 822: 50-53 (1986).
- 70.-Hart, L. A.; Lee Zasloff, R. and Benfatto, A. M.: The socializing role of hearing dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 47: 7-15 (1996).
- 71.-Hasler, A. D. y Larsen, A.: La orientación en los salmones. En Comportamiento Animal. Editado por: Eisner, T. y Wilson, E.: 229-233. H. Blume Ed., España, 1978.
- 72.-Hess, E. H. (1972) : "Impresión" en un laboratorio natural. En Comportamiento Animal. T. Eisner & E. Wilson. H. Blume Ed., España, 1978.
- 73.-Hinch, G. N.; Lecrivain, E.; Lynch, J. J. and Elwin, R. L.: Changes in maternal-young associations with increasing age of lambs. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 17: 305-318 (1987).
- 74.-Holmberg, K.; Edsman, L. and Klint, T.: Females mate preferences and male attributes in mallard ducks *Anas platyrhynchos*. *Anim. Behav.*, 38: 1-7 (1989).

- 75.-Horn, G. and McCabe, B. J.: Predispositions and preferences. Effects on imprinting of lesions to the chick brain. *Anim. Behav.*, **32**: 288-292 (1984).
- 76.-Horn, G.: Cerebral function and behaviour investigated through a study of filial imprinting. In : The Development and Integration of Behaviour. Edited by Bateson, P. *Cambridge Univ. Press*, Cambridge, 1991.
- 77.-Hudson, S. J.: Multiple fostering of calves onto nurse cows at birth. *Appl. Anim. Ethol.*, **3**: 57-63 (1977).
- 78.-Hulet, C. V.; Anderson, D. M.; Smith, J. N. and Shupe, W. L.: Bonding of sheep to cattle as an effective technique for predation control. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **19**: 19-25 (1987).
- 79.-Huntingford, F.: The Study of Animal Behaviour. *Chapman/Hall Ed.*, 1984.
- 80.-Hutchison, J. B. and Hutchison, R. E.: Hormonal mechanisms of mate choice in birds. En: Prenatal Care in Mammals. Ed. Gubernick, D.J. and Klopfer, P.H., 389-405. *Plenum Press*, NY, 1981.
- 81.-Jackson, P. S. and Bateson, P.: Imprinting and exploration of slight novelty in chicks. *Nature*, **251**: 609-610 (1974).
- 82.-Jensen, P.: Maternal behaviour and mother-young interactions during lactation in free-ranging domestic pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **20**: 297-308 (1988).
- 83.-Jensen, P. and Toates, F. M.: Who needs "behavioral needs" ? Motivational aspects of the needs of animals. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **37**: 161-181 (1993).
- 84.-Johnson, M. H.; Bolhuls, J. J. and Horn, G.: Interactions between acquired preferences and developing predispositions during imprinting. *Anim. Behav.*, **33**: 1000-1006 (1985).
- 85.-Junco, F.: Filial imprinting an blackbird nestlings, *Turdus merula*, after only one feeding session. *Anim. Behav.*, **43**: 619-622 (1993).
- 86.-Junco, F.: Acquisition of a filial preference in an altricial bird without food reinforcement. *Anim. Behav.*, **46**: 1237-1239 (1993).
- 87.-Kendrick, K. M.; da Costa, A. P.; Hinton, M. R. and Keverne, E. B.: A simple method for fostering lambs using anoestrous ewes with artificilly induced lactation and maternal behaviour. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **34**: 345-357 (1992).
- 88.-Kent, J. P.: A note on multiple fostering of calves onto nurse cows at a few days post-partum. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **12**: 183-186 (1984).
- 89.-Kilgour, R.: The contributions of psychology to acknowledge of farm animal behaviour. *Appl. Anim. Ethol.*, **2**: 197-205 (1976).
- 90.-Kilgour, R.; Foster, T. M.; Temple, W.; Matthews, L. R. and Bremner, K. J.: Operant technologies applied to solving farm animal problems. An assessment. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **30**: 141-166 (1991).
- 91.-Klopfer, P. H. and Hailman, J. P.: Perceptual preferences and imprinting in chicks. *Science*, **145**: 1333-1334 (1964).

- 92.-Kroodsmas, D. E. and Pickert, R.: Sensitive phases for song learning: Effects of social interaction and individual variation. *Anim. Behav.*, 32: 389-394 (1984).
- 93.-Lawrence, A. B.: Mother-daughter bonds in sheep. *Anim. Behav.*, 42: 683-85 (1991).
- 94.-Le Neindre, P.: Influence of cattle rearing conditions and breed on social relationships of mother and young. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 23: 117-127 (1989).
- 95.-Le Neindre, P.; Boivin, X. and Boissy, A.: Handling of extensively kept animals. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 49: 73-81 (1996).
- 96.-Leon, M.: The neurobiology of filial learning. *Annu. Rev. Psychol.*, 43: 377-98 (1992).
- 97.-Leonard, M. L.; Zanette, L.; Thompson, B. K. and Wayne Fairfull, R.: Early exposure to the opposite sex affects mating behaviour in White Leghorn chickens. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 37: 57-67 (1993).
- 98.-Leonard, F.; Goddard, P.J. and Gordon, I. J.: The effect of the presence of farmed red deer (*Cervus elaphus*) hinds on the mother-offspring behavior of captive wild red deer. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 40: 179-185 (1994).
- 99.-Leonard, M. L.; Zanette, L. and Clinchy, M.: The effect of early exposure to the opposite sex on mate choice in White Leghorn chickens. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 48: 15-23 (1996).
- 100.-Lickliter, R. E.: Effects of a post-partum separation on maternal responsiveness in primiparous and multiparous domestic goats. *Appl. Anim. Ethol.*, 8: 537-542 (1982).
- 101.- Lickliter, R. E. and Heron, J. R.: Recognition of mother by newborn goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 12: 187-192 (1984).
- 102.-Lickliter, R. E.: Behavior associated with parturition in the domestic goat. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 13: 335-345 (1984/85).
- 103.- Lidfords, L. M.: Behavioural effects of separating the dairy calf immediately or 4 days post-partum. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 49: 269-283 (1996).
- 104.- Lorenz, K.: Les fondements de l' Ethologie. Flammarion, Paris, 1984.
- 105.- Mader, B.; Hart, L. A. and Bergin, B.: Social acknowledgments for children with disabilities: Effects of service dogs. *Child Development*, 60: 1529-1534 (1989).
- 106.- McFarland, D.: The Oxford Companion to Animal Behaviour. Oxford University Press, Oxford, 1981.
- 107.- Miller, N. E.: The value of behavioral research on animals. *American Psychologist*, 40: 423-440 (1985).
- 108.- Mishkin, M. and Appenzeller, T.: The anatomy of Memory. *Science*, 62-71 (19).
- 109.- Modern Veterinary Practice: Helping a client select a puppy. July: 47-49 (1972).
- 110.-Monaghan, P. and Wood-Gush, D. : Managing the behaviour of animals. Chapman and Hall, London, 1990.
- 111.-Moussaleff M. J. et McCarthy, S.: Quand les éléphants pleurent: La vie émotionnelle des animaux. *eD Albin Michel*, S. A., France, 1997.

- 112.-Murphey, R. M.; Ruiz-Miranda, C. R. and Moura Duarte, F. A.: Maternal recognition in Gyr (*Bos indicus*) calves. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **27**: 183-191 (1990).
- 113.-Nash Holmes, L.; Price, E. O.; Dally, M. R. and Wallach, S. J. R.: Fostering lambs by odor transfer: Two-lamb substitution. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **24**: 247-257 (1989).
- 114.-Nowak, R.; Poindron, P.; Le Nelndre, P. and Putu, I. G.: Ability of 12-hour-old Merino and crossbred lambs to recognise their mothers. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **17**: 263-271 (1987).
- 115.-Nowak, R.: Mother location by newborn lambs in repetitive testing: Influence of first successful reunion. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **41**: 75-86 (1994).
- 116.- Nowak, R.: Neonatal survival: Contributions from behavioural studies in sheep. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **49**:61-72 (1996).
- 117.-O'Brien, P. H.: Leavers and stayers: Maternal postpartum strategies in feral goats. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **12**: 233-243 (1984).
- 118.-Price, E. O.; Martinez, C. L. and Coe, B. L.: The effects of twinning on mother-offspring behavior in range beef cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **13**: 309-320 (1984/85).
- 119.-Price, E. O.; Smith, V. M.; Thos, J. and Anderson, G. B.: The effects of twinning and maternal experience on maternal-filial social relationships in confined beef cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **15**: 137-146 (1986).
- 120.-Pusey, A. E.: Inbreeding avoidance in chimpanzees. *Anim. Behav.*, **28**: 543-552 (1980).
- 121.-Quéinnec, G.: Les troubles du comportement et leur correction. 2e Partie: Approche éthologique du comportement anormal. *Revue Méd. Vét.*, **139**: 871-880 (1988).
- 122.-Ratner, A. M. and Hoffman, H. S.: Evidence for a critical period for imprinting in khaki campbell duckling (*Anas platyrhynchos domesticus*). *Anim. Behav.*, **22**: 249-255 (1974).
- 123.-Ricker, J. P.; Skoog, L. A. and Hirsch, J.: Domestication and the behavior-genetic analysis of captive populations. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **18**: 91-103 (1987).
- 124.-Rosenblatt, J. S. & Siegel, H. I.: Factors Governing the Onset and Maintenance of Maternal Behaviour among Nonprimate Mammals : The Role of Hormonal and Nonhormonal Factors. In : Parental Care in Mammals . Edited by: Gubemick, D. J. and Klopfer, P. H., *Ed. Plenum Press, New York, 1981*.
- 125.-Rosenblatt, J. S.: A psychobiological approach to maternal behaviour among the primates. In: The Development and Integration of Behaviour. Edited by Bateson, P. *Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1991*.
- 126.-Rosenzweig, M. R.: Experience, memory and the brain. *American Psychologist*, **39**: 365-376 (1984).
- 127.-Ruiz-Miranda, C. R. and Callard, M.: Effects of the presence of the mother on responses of domestic goats kids (*Capra hircus*) to novel inanimate objects and humans. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **33**: 277-285 (1992).

- 128.-Ruiz-Miranda, C: Use of pelage pigmentation in the recognition of mothers in a group by 2 to 4 months old domestic goat kids. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **39**: 317-326 (1993).
- 129.-Schapiro, S. J.; Bloomsmith, M. A.; Suarez, S. A. and Porter, L. M.: Maternal behavior of primate rhesus monkeys: Effects of limited social restriction and inanimate environmental enrichment. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **45**: 139-149 (1995).
- 130.-Sharma, R. and Krishnamurthy, K. V.: Behavior of a neonate elephant (*Elephas maximus* ), *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **13**: 157-161 (1984/85).
- 131.-Shettleworth, S. J.: Varieties of learning and memory in animals. *J. Exp. Psychol. Animal Behaviour Processes*, **19**: 5-14 (1993).
- 132.-Shillito, E.; Hague, P. and Yeomans, M.: Variations in the strenght of maternal behaviour and its conflict with flocking behaviour inn Dalesbred, Jacob and Soay ewes. *Appl. Anim. Ethol.*, **10**: 245-250 (1983).
- 133.-Siete días en la vida de un veterinario: Elegir. Noviembre 1996, N° 2.
- 134.-Sluckin, W.: Early Learning in Man and Animal. *Schenkman Pub. Co, USA*, 1972.
- 135.-Sluckin, W.: Imprinting y Aprendizaje Temprano. *Ed. Paidós*, 2ª Ed. Bs. As., 1982.
- 136.-Stuart, D.: The social behaviour of animals. *Bt Batsford LTD*, London, 1970.
- 137.-Tanida, H.; Miura, A.; Tanaka, T. and Yohimoto, T.: Behavioral responses of piglets to darkness and shadows. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **49**: 173-183 (1996).
- 138.-Tarpy, C.: New zoos -Taking down the bars. *Nat. Geographic*, **184**: 2-37 (1993).
- 139.-Ten Cate, C. and Bateson, P.: Sexual imprinting and preferences for "supernormal" partners in Japanese Quail. *Anim. Behav.*, **38**: 356-357 (1988).
- 140.-Tennessen, T. and Hudson, R. J.: Traits relevant to the domestication of herbivores. *Appl. Anim. Ethol.*, **7**: 87-102 (1981).
- 141.-Tomlinson, K. A.; Price, E. O. and Torell, D. T.: Responses of tranquilized post-partum ewes to alien lambs. *Appl. Anim. Ethol.*, **9**: 109-117 (1982).
- 142.-Van Kampen, H. S. and De Vos, G. J.: Learning about the shape of an imprinting object varies with its colour. *Anim. Behav.*, **42**: 328-329 (1991).
- 143.-Van Kampen, H. S. and Bolhuis, J. J.: Interaction between auditory and visual learning during filial imprinting. *Anim. Behav.*, **45**: 623-625 (1993).
- 144.-Van Kampen, H. S.; de Haan, J. and de Vos G. J.: Potentiation in learning about the visual features of an imprinting stimulus. *Anim. Behav.*, **47**: 1468-1470 (1994).
- 145.-Van Mourik, S.: Reproductive performance and maternal behavior in farmed Rusa deer (*Cervus (rusa) timorensis*), *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **15**: 147-159 (1988).
- 146.-Vidal, J-M.: The relations between filial and sexual imprinting in the domestic fowl: Effects of age and social experience. *Anim. Behav.*, **28**: 880-891 (1980).

- 147.-Vince, M. A.; Lynch, J. J.; Mottershead, B. E.; Green, G. C. and Elwin, R. L.: Interactions between normal ewes and newly born lambs deprived of visual, olfactory and tactile sensory information. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, **19**: 119-136 (1987).
- 148.-Vos, D. R.: Sexual imprinting in Zebra-finch females: Do females develop a preference for males that look like their father? *Ethology*, **99**: 252-262 (1995).
- 149.-Warwick, E. J. y Legates, J. E.: Cría y mejora del ganado. 3ª Ed. *Mc Graw Hill*, México, 1980.
- 150.-Watson, T. S. and Bertram, J. M.: Some observations on mother-infant interactions in the pig (*Sus scrofa*). *Appl. Anim. Ethol.*, **19**: 253-261 (1982/83).
- 151.-Winfield, C. G. and Kilgour, R.: A study of following behaviour in young lambs. *Appl. Anim. Ethol.*, **2**: 235-243 (1976).
- 152.-Wolsky, T. R. ; Houpt, K. A. and Aronson, R.: The role of the senses in mare-foal recognition. *Appl. Anim. Ethol.* **9**: 121-138 (1980).
- 153.-Zenchak, J. J.; Anderson, G. C. and Schein, M. W.: Sexual partner preference of adult rams (*Ovis aries*) as affected by social experience during rearing. *Appl. Anim. Ethol.*, **7**: 157-167 (1981).