AAN8002

TESIS
PS 2000
ES2

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
ESCUELA DE PSICOLOGÍA

Universidad Católica Andrés Bello
BIBLIOTECA
Caracas

ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE VERTEBRADOS ENDODÉRMICOS Y VERTEBRADOS ECTODÉRMICOS EN EL FENÓMENO DE CRONOMETRAJE

Trabajo de investigación presentado por:

Mirari ELCORO CALVO

a la
Escuela de Psicología
como un requisito parcial para obtener el título de
Licenciado en Psicología

Profesor Guía:

Cristina VARGAS-IRWIN

Caracas, junio 2000

AGRADECIMIENTOS

Es preciso agradecer principalmente a Cristina Vargas por su guía constante e integral durante estos (casi) dos años de trabajo que espero continúen. A la Profesora Rocío Vegas por permitir el uso del Laboratorio de Condicionamiento Clásico y Operante de la Universidad Central de Venezuela para llevar a cabo este trabajo. A Giovanni Hernández para su apoyo incondicional. Finalmente, a Luis Pulgar y Rossana García por encargarse de las rutinas experimentales y otros detalles cuando fue necesario.

ÍNDICE GENERAL

Resumen..... vi

1.0. Introducción..... 7

2.0. Marco Teórico..... 10

2.1 Breve historia de la Psicología Comparada..... 10

2.2. Aproximaciones al estudio del comportamiento animal..... 12

2.3. El cronometraje y técnicas para su medición..... 19

2.4. Teorías y modelos de cronometraje..... 26

2.4.1. Teorías de marcapasos y noción de reloj interno..... 27

2.4.2. Teorías de corte conductual..... 31

2.4.3. Aproximación bioconductual..... 35

2.5. Hallazgos empíricos en el cronometraje..... 36

3.0. Método..... 51

3.1. Problema..... 51

3.2. Hipótesis..... 51

3.3. Variables..... 51

3.4. Sujetos..... 53

3.5. Diseño de investigación..... 54

3.6. Procedimiento..... 55

3.7. Consideraciones éticas..... 58

4.0. Análisis de los resultados..... 60

4.1. Experimento 1..... 60

4.2. Experimento 2.....77

4.3. Experimento 3..... 85

4.4. Comparación entre especies 86

5.0.Discusión..... 89

6.0. Conclusiones y recomendaciones..... 103

7.0. Referencias Bibliográficas..... 104

8.0. Anexos..... 115

ÍNDICE DE TABLAS Y LISTAS

- Sección de Análisis de resultados

Comparación entre especies

Tabla 1. Cuadro comparativo entre especies Fase A 87

Tabla 2. Cuadro comparativo entre especies Fase B.....88

- Sección de Anexos

Anexo B1. Lista de datos sujeto 15.....121

Anexo B2. Lista de datos sujeto 17 122

Anexo B3. Lista de datos Fred II.....123

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

-Sección de Análisis de resultados

Grupo de gráficos 1. Festones fase A sujeto 15 62

Grupo de gráficos 2. Festones Fase B sujeto 15 63

Grupo de gráficos 3. Festones Fase A sujeto 17.....64

Grupo de gráficos 4. Festones Fase B sujeto 17.....65

Gráfico 5. Cuartos de vida sujeto 15 67

Gráfico 6. Cuartos de vida sujeto 17 69

Gráfico 7. CV y medianas de CV sujeto 15.....71

Gráfico 8. CV y medianas de CV sujeto 17 72

Gráfico 9. Medianas y mediana de medianas sujeto 15 73

Gráfico 10. Medianas y mediana de medianas sujeto 17.....74

Gráfico 11. Percentiles TsAc sujeto 15.....75

Gráfico 12. Percentiles TsAc sujeto 17 76

Grupo de gráficos 13. Festones Fred II Fase A 79

Grupo de gráficos 14. Festones Fred II Fase B.....80

Gráfico 15. Cuartos de vida Fred II 81

Gráfico 16. CV y medianas de CV Fred II.....82

Gráfico 17. Medianas y mediana de medianas Fred II.....83

Gráfico 18. Percentiles TsAc Fred II.....84

Gráfico 19. Medianas y mediana de medianas TsAc Tortuga.....86

-Sección de Anexos:

Anexo A1. Pesos sujeto 15 116

Anexo A2. Pesos sujeto 17 117

Anexo A3. Pesos Fred II.....118

Anexo A4. Pesos tortuga 119

Anexo C1. Asimetrías y medianas de As sujeto 15.....125

Anexo C2. Asimetrías y medianas de As sujeto 17.....126

Anexo C3. Asimetrías y medianas de As Fred II.....127

Anexo D1. Kurtosis y medianas de Ku sujeto 15..... 129

Anexo D2. Kurtosis y medianas de Ku sujeto 17.....130

Anexo D3. Kurtosis y medianas de Ku Fred II.....131

RESUMEN

Se llevaron a cabo 3 experimentos de laboratorio en los que una variación simple del programa de IF llamada procedimiento de pico, se instauró en dos ratas *WKY*, un pichón *Columba fasciata* y una tortuga *Chrysemys picta bellii*, para evidenciar el fenómeno de cronometraje. Esta variación consistió en ensayos de IF con una probabilidad de ocurrencia de .8 y ensayos de pico o ensayos de una doble duración, sin reforzador (p=.2) (Catania, 1970/1979). Con las tres especies se hizo el mismo experimento, en el que una línea base o fase de A se llevó a cabo con un intervalo de 30", y una fase B con 90", cada una de 15 sesiones. El cronometraje consiste en un conjunto de indicadores como el festón del IF y la tasa máxima, entre otros, que reflejan una habilidad de los organismos para detectar, integrar y usar información temporal (Domjan, 1998; Higa, 1997).

Tanto en las ratas WKY como en el pichón fueron evidentes los festones del IF. Por ende fue posible apreciar el desarrollo del control temporal a través del cálculo de los cuartos de vida (Sidman, 1973) esperados. A diferencia de lo anterior, en la tortuga este patrón fue más bien desordenado y de escasa respuestas principalmente debido a un ritmo metabólico diferente, al tipo de reforzador empleado, a la operante seleccionada, al intervalo determinado, y al número de sesiones para alcanzar un estado estable (Lejeune, 1990).

En cuanto a la homogeneidad de las distribuciones de los tiempos acumulados de la emisión de respuestas desde el inicio de cada ensayo de pico, se encontró la homogeneidad fue mayor para las respuestas emitidas por las ratas, y en orden descendente siguió el pichón y finalmente, la tortuga. Esto fue medido a través de los coeficientes de variación de dichas distribuciones los cuales hacen referencia a la precisión del control temporal mantenido a través de los ensayos (Higa 1996, 1997; Higa y Pierson, 1998; Higa, Thaw y Staddon, 1993; Higa, Wynne y Staddon, 1991; Lejeune y Wearden , 1991; Richelle y Lejeune, 1984; Richelle y Lejeune, 1998). Lo obtenido fue congruente con las hipótesis propuestas y con la evidencia empírica previa. Esto ha sido justificado por aspectos adaptativos y evolutivos propios de cada especie. Además se realizó una breve revisión teórica pertinente al cronometraje y se resaltaron los parámetros que será necesario variar para hacer posible la comparación entre especies en futuros estudios.

1. INTRODUCCIÓN

A partir de los estudios de Romanes (1884) y la Teoría de la Evolución de Darwin (1859/1999), la insistencia en que hay una continuidad desde los seres más simples hasta los más complejos, ha suscitado una serie de inquietudes y corrientes de investigación que se han ido desarrollando y han dado lugar al surgimiento de la Psicología Comparada, entre otras disciplinas. Desde el siglo pasado Darwin y Bernard discutían las diferencias anatómicas, fisiológicas y conductuales entre las especies y las comunalidades encontradas en sus orígenes evolutivos (Lubinski y Thompson, 1993).

Este trabajo se enmarca dentro de la Psicología Comparada, que para efectos de este estudio se entiende como una disciplina que contempla al aprendizaje como un modo de adaptación empleado por los organismos a lo largo de su trayectoria vital (Colmenares, 1996). Debe resaltarse otro aspecto puntual de esta disciplina y es el interés por las diferencias interespecíficas de las especies, es decir, por las características que hacen únicos a los organismos, cuya interpretación se lleva a cabo a la luz de los problemas ecológicos específicos de la especie.

Dentro del marco de la Psicología Comparada, se estudiará el fenómeno de aprendizaje llamado cronometraje. El cronometraje consiste en un conjunto de indicadores como el festón del programa de reforzamiento de intervalo fijo y la tasa de máxima respuesta del procedimiento de pico, entre otros; que hacen pensar en una habilidad de los organismos para detectar, integrar y usar información temporal (Domjan, 1998; Higa, 1997). Si bien todo el comportamiento está inevitablemente involucrado con el paso del tiempo, existen conductas puntuales que pueden observarse y medirse, que a su vez indican una habilidad de los organismos para percibir intervalos.

Para explicar el fenómeno del cronometraje se han desarrollado varias posturas teóricas en las que, en el área cognitiva, se debate si realmente este fenómeno es una habilidad del organismo que se explica a través de procesos o, en el área conductual, si es el control de los parámetros temporales sobre la conducta de los organismos lo que explica dicho fenómeno. Otros arguyen sobre la magnitud del refuerzo como el principal factor que afecta sobre los parámetros conductuales encontrados. Finalmente, hay también teorías que toman todos estos elementos para elaborar una explicación global del fenómeno.

En este sentido, autores como Richelle y Lejeune (1998) han planteado que los estudios del cronometraje generalmente se inscriben en un marco teórico cognitivo. Sin embargo, parte del desarrollo alcanzado en el estudio de dicho fenómeno se debe al Análisis Experimental de la Conducta (A. E. C.) animal y después la humana, con ayuda de los métodos del condicionamiento operante que tienen entre sus ventajas su aplicabilidad en animales (Shettleworth, 1998).

En el presente trabajo no se pretende escoger ni probar alguna de estas teorías que se explicarán con detalle en las páginas siguientes. Más bien, se hace una revisión de las teorías más importantes para luego tomar los elementos que sean de mayor utilidad para dar cuenta del fenómeno en las diferentes especies, siempre sobre la base de una orientación conductual.

Diversas investigaciones realizadas sobre el fenómeno de cronometraje en una variedad de especies (monos, gatos, gerbos, pichones, peces, perros, ratas, tortugas y seres humanos) han puesto de manifiesto la existencia de semejanzas y diferencias en el comportamiento de los organismos en el citado fenómeno (Darcheville, Rivière y Wearden, 1992; Lejeune, Cornet y Wearden, 1998; Lejeune y Wearden, 1991; Richelle y Lejeune, 1984; Wearden, Denovan, Fakhri y Haworth, 1997). La mayor parte de estas investigaciones se ha llevado a cabo con preparaciones experimentales de programas de reforzamiento de intervalo fijo, y el procedimiento de pico. Además la comparación del comportamiento entre ratas, pichones y tortugas se ha hecho solamente en programas de intervalo fijo, no en procedimiento de pico.

Tomando como punto de partida lo anterior, el presente estudio tiene por objeto evaluar las semejanzas y diferencias que existen en el comportamiento de la rata de la cepa *WKY* y el pichón *Columba fasciata* como vertebrados endodérmicos y la tortuga *Chrysemys picta bellii*, como vertebrado ectodérmico, en el fenómeno de cronometraje, empleándose para ello una variación del programa de reforzamiento de intervalo fijo, llamado procedimiento de pico que será explicado posteriormente.

El tiempo es un factor fundamental en el aprendizaje, por lo que la comprensión del fenómeno de cronometraje puede ampliar el conocimiento de otros fenómenos del comportamiento. No ha sido en vano que muchos estudios psicológicos se han interesado en

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Breve historia de la Psicología Comparada

La teoría de la evolución ha tenido un gran impacto en el desarrollo de la psicología como una ciencia natural (Kantor, 1990). Como consecuencia, durante el siglo XIX en Inglaterra la gran influencia de la teoría de la evolución por selección natural generó un fuerte arraigo de la psicología en la biología e hizo que en el estudio de la conducta psicológica se desvanecieran las barreras rígidas que existían entre el hombre y los animales (Wasserman, 1997).

A raíz del Darwinismo, se recuperó el interés por el estudio de la conducta de los animales y surgió la llamada psicología animal. Boring (1978/1992) atribuyó el origen de la psicología animal a los estudios de Darwin, quien consideraba al comportamiento emocional del hombre como un remanente de ciertas conductas animales con funciones adaptativas. Sin embargo, este autor resaltó que los estudios de G. J. Romanes, un amigo de Darwin, son los pioneros de la Psicología Comparada. El libro escrito por Romanes en 1882, titulado *Inteligencia Animal (Animal Intelligence)*, fue el primer manuscrito sobre Psicología Comparada. Ese mismo año, Sir J. Lubbock publicó un libro sobre el comportamiento social de los insectos, en el cual asomaba la idea de una posible existencia de la mente en los animales, la cual podría estudiarse a través de su comportamiento (Carthy, 1970; Washburn, 1917).

Para la elaboración de su libro, Romanes se dedicó a exponer una gran cantidad de datos sobre la conducta animal, con la finalidad de establecer una base de comparación entre conductas animales y humanas. Romanes (1884) utilizó un *método anecdótico* ya que sus escritos consistían principalmente en historias sobre animales, en las cuales tendía a antropomorfizar su comportamiento. Después de su primer libro, en 1883, escribió *La Evolución Mental de los Animales* en el que intentó demostrar la continuidad entre distintas formas animales. Su tercer libro, publicado en 1887, titulado *La Evolución Mental en el hombre*, consistió en una importante apología de la evolución.

Al haberse criticado el método anecdótico empleado por Romanes, poco a poco los investigadores en Psicología Comparada fueron reemplazándolo por el método experimental, a favor de la construcción científica (Kantor, 1990). Morgan (s/f ; cp. Boring, 1978/1992;

Al haberse criticado el método anecdótico empleado por Romanes, poco a poco los investigadores en Psicología Comparada fueron reemplazándolo por el método experimental, a favor de la construcción científica (Kantor, 1990). Morgan (s/f ; cp. Boring, 1978/1992; Wasserman, 1993) trató de evitar la práctica del método anecdótico y la tendencia a la antropomorfización a través del establecimiento de la *ley de la parsimonia*, formulada en 1894, también mediante los estudios de observación natural y la observación de situaciones artificiales en el laboratorio. En ese momento, también L. Trelawney Hobhouse realizaba estudios de laboratorio. Puede apreciarse para esta época la implicación de la psicología experimental en la psicología comparada.

El principal libro de Morgan fue *Introducción a la Psicología Comparada,* publicado en 1854, en el que trató detalladamente la relación entre la mente animal y humana. Seguidamente, Loeb (s/f, cp. Boring, 1978/1992) apoyó a Morgan e implementó métodos fisicoquímicos para el estudio de la fisiología y el comportamiento animal.

Para Dewsbury (1984, cp. Cadwallader, 1987) la publicación del libro de Morgan marcó el inicio de la psicología comparada en los EE.UU. Por otro lado, el año de 1888 fue también importante para la demarcación del comienzo de esta disciplina ya que J. Jastrow fue nombrado profesor de Psicología Experimental y Comparada en la Universidad de Wisconsin (Cadwallader, 1987).

En Europa también hubo evidencias de la ciencia incipiente de la Psicología Comparada. Personas como J. Henri Fabre, Auguste Forel, Albrecht Bethe y Binet, entre otros, realizaban para finales del siglo XIX investigaciones importantes sobre el comportamiento animal (s/f; cp.Boring, 1978/1992). Luego, a principios del siglo XX, toda esta corriente científica pasó a Estados Unidos y Thorndike realizó estudios de laboratorio con instrumentación formal en comportamiento animal.

Thorndike, al igual que Pavlov (cp. Bitterman, 1975), consideraron la existencia de procesos de aprendizaje subyacentes comunes a todas las especies animales. Thorndike supuso la generalidad de los procesos de aprendizaje a partir de experimentos que realizó con peces, pollos, gatos, perros y monos en una serie de tareas similares. Estos dos autores realizaron estudios altamente confiables y objetivos que ayudaron a estimular el análisis comparativo del aprendizaje (Wasserman, 1993; Wasserman, 1997).

Además, después del descubrimiento de los reflejos condicionales de Pavlov y la formulación de la ley del efecto de Thorndike, el estudio de parámetros temporales en diferentes especies animales tales como el intervalo entre estímulos condicionales e incondicionales, la demora del reforzamiento, el tiempo interrespuesta, la tasa de respuesta y la pausa post-reforzamiento, entre otros, han sido ampliamente estudiados (Terrace, 1984).

Según Bitterman (1975) y Beach (1950), el foco principal de la psicología comparada fue decayendo, ya que por razones netamente operativas se eligieron pocas especies animales para los estudios de laboratorio y se dejaron de hacer las comparaciones entre el comportamiento de distintas especies. Beach (1950) criticó enfáticamente el excesivo e indiscriminado uso de la *Rattus norvegicus var. Albinus* (Barnett, 1963), y la suposición ya tomada como premisa por gran cantidad de psicólogos experimentales, de que el comportamiento de esta especie en particular podía extrapolarse a cualquier otra especie, tomándolo así como un modelo neutral del comportamiento.

Por otro lado, Bitterman (1975) propuso una perspectiva en la que planteó que ciertamente hay procesos comunes de aprendizaje, pero que la suposición de una absoluta comunalidad debe ser estudiada más detalladamente. El punto de vista de este autor es funcional y consiste en que una especie animal dada puede estar mejor preparada para aprender ciertas tareas que para aprender otras. Esto le llevó a pensar que los procesos de aprendizaje no pueden considerarse aparte de sus limitantes organísmicos. Además propuso que para establecer comparaciones entre las especies, es necesario experiemnatr con diferentes niveles de las variables independientes.

2.2. Aproximaciones al estudio del comportamiento animal

Existen diversas perspectivas para el estudio del comportamiento animal, como por ejemplo, la Psicología Comparada que se basa en el establecimiento de comparaciones entre el comportamiento de diferentes especies animales, incluyendo la especie humana (Beach, 1950; Carthy, 1970; Colmenares, 1996; Domjan, 1987; Galef, 1987). Las comparaciones hechas entre la conducta humana y la conducta de alguna otra especie animal representan una contribución a la Psicología Comparada, y también son parte de esta psicología las comparaciones entre dos especies animales no humanas.

De acuerdo a Beach (1950), el principal objetivo de un psicólogo comparatista es la exposición de leyes generales del comportamiento, con independencia de su aplicabilidad inmediata a los problemas de la existencia humana; esto no significa que se conformará sólo con la comparación entre dos o más especies.

Resulta difícil a veces diferenciar a la Psicología Comparada de la Etología. A pesar de lo anterior puede decirse que la Etología, en contraste con la Psicología Comparada, posee un arraigo biológico (Colmenares, 1996). El término etología se refiere al estudio del comportamiento animal (Lorenz, 1976). En ocasiones resulta confusa la distinción entre ambas disciplinas, ya que dentro de la etología hay estudios psicológicos, zoológicos, taxonómicos, ecológicos, fisiológicos, neurofisiológicos, endocrinológicos, farmacológicos, genéticos y hasta botánicos (Hinde, 1977).

De acuerdo a Hinde, (1977) los precursores en la etología fueron Lorenz y Heinroth en Alemania, Whitman en Estados Unidos, Huxley en Inglaterra, entre otros; casi todos zoólogos. Los métodos utilizados por la etología y la psicología comparada van desde la observación hasta la experimentación. Dentro de la etología es común el trabajo con los organismos en su hábitat natural, mientras que en la Psicología Comparada son más frecuentes las investigaciones de laboratorio; esto no excluye que dentro de ambas ciencias se puedan usar ambas formas de trabajo (McBride, 1987).

Para McBride (1987) el área dentro de la psicología comparada que más comparte aspectos con la etología, es la del campo de la evolución social. Esta autora establece que las estructuras societales son reconocibles porque los organismos se vinculan en formas regulares, y estas regularidades se construyen dentro en su comportamiento que finalmente forman relaciones sociales.

Según Timberlake y Silva (1994), la investigación etológica surgió de la exploración naturalista acerca de cómo el comportamiento es una forma de adaptación al ambiente donde los animales habitan. También estos autores afirman que los etólogos provienen de una tradición biologicista que enfatizaba en la evolución y en el uso de la forma para clasificar y relacionar especies. La etología emplea como método principal la observación y lo combina con las manipulaciones experimentales para vincular la forma del comportamiento con su función.

Esto último, si bien apunta hacia una distinción entre la psicología comparada y la etología, también permite el establecimiento de vínculos muy cercanos entre ambas disciplinas. Sin embargo, tal como se señaló en la introducción, el presente trabajo se enmarca dentro de la psicología comparada, razón por la cual se procederá a definir esta última disciplina.

No hay una única definición para la psicología comparada, como ocurre con muchas otras disciplinas, por lo que se tratará de elaborar una aproximación lo más precisa posible. Colmenares (1996) recolectó una serie de definiciones elaboradas por varios autores a partir del año 1980, de entre las que resalta la de Dewsbury (s/f, cp. Colmenares, 1996) y Bernstein (1987), quienes declararon la posibilidad de dedicar estudios a una única especie e incluso así hacer contribuciones a la psicología comparada.

Hay otros autores como Doré y Kirouac (1987) quienes abogaron por incluir el estudio de procesos cognitivos en la psicología comparada, junto a los procesos biológicos y mediadores genéticos. En esta revisión de definiciones está también la postura de Epstein (1987) que será la que se asumirá en el presente estudio. Este autor afirma que:

> (...) aunque originalmente el objeto de estudio de la psicología comparada fue el estudio comparativo de la mente, la realidad actual es que la mayoría de las publicaciones de los psicólogos comparatistas se centran en el análisis de la conducta, y además, no se utiliza la conducta como un instrumento para comprender la mente, sino como un medio para entender la conducta en sí misma (...) Reafirma la necesidad de unir los esfuerzos de los psicólogos comparatistas a los de otros científicos de la conducta con el objetivo de crear una ciencia que aborde el estudio del comportamiento desde una perspectiva multidisciplinaria (Epstein, 1987, p250).

De esta forma, Epstein (1987) añadió al objetivo de los psicólogos comparatistas propuesto por Beach (1950), el propuesto por Dewsbury (s/f, cp. Colmenares, 1996) que es, estudiar al aprendizaje como una técnica adaptativa de la trayectoria natural de un organismo que le permite resolver problemas propios de su hábitat originario. De acuerdo a este último autor, el psicólogo comparatista también se centra en investigar lo que hace único a cada organismo en comparación con otras especies, interpretando las diferencias en términos de problemas ecológicos específicos de la especie.

Tal y como ya ha sido señalado, muchos autores se han restringido a mantener una visión antropocéntrica de la psicología comparada, atribuyéndole como fin último la comprensión de la conducta humana. Por ejemplo, para Tolman (1987) toda psicología debe ser comparada y debe estudiar animales para comprender el funcionamiento psíquico especial de la especie humana.

En respuesta a esto último Staddon (1989, cp. Colmenares, 1996) escribió lo siguiente:

> Sugiero que el principal culpable del estatus equívoco que envuelve a la psicología animal es la naturaleza antropocéntrica miope de la psicología. Cualquier otra ciencia ha tenido que superar la tendencia del hombre (y no excluyo la de la mujer) a contemplar todas las cosas en relación con él mismo. La astronomía avanzó sólo cuando la tierra dejó de considerarse el centro del universo; avanzó aún más cuando el sol fue igualmente desplazado... Y la biología, desde luego, no pudo progresar hasta que la humanidad se entendió en relación con los animales subhumanos –y las plantas- dentro del marco general de la evolución Darwiniana. (...) La solución, en mi opinión, consiste en abandonar la idea de que la psicología (por lo menos en su vertiente no aplicada) es el estudio de la mente humana, o de la conducta humana, o del pensamiento, sentimientos, etc., del hombre, en realidad de cualquier cosa que sea específicamente humana. La psicología debería ser el estudio de la inteligencia, del comportamiento adaptativo y complejo, en cualquier lugar donde éste se manifieste –en animales, en personas, e incluso en máquinas- informado por los principios de la evolución de la que las personas, tanto como los animales, son uno de sus frutos. Mi creencia es que encontraremos (como otros han propuesto recientemente) la existencia de principios de la inteligencia que reflejan propiedades de la naturaleza, que trascienden a cualquier especie concreta, y propiedades del mundo que son comunes a todos los nichos ecológicos...(p. 88).

Para el presente estudio es sumamente importante considerar esta opinión, entendiéndola como una perspectiva amplia del objeto de estudio de la psicología comparada que brinda la oportunidad de trascender fronteras en lo que a la evolución de las especies se refiere y, en especial, en lo que respecta a la evolución de la conducta.

En la Psicología Comparada se estudia el origen de los procesos de aprendizaje entendidos desde el punto de vista de la evolución de las especies. Existen varios tópicos cruciales como: (a) el origen de los mecanismos de aprendizaje; (b) los tipos de aprendizaje

existente; (c) la función adaptativa de estos tipos de aprendizaje; y también (d) la evolución de otros mecanismos adaptativos (Papini, Salas y Muzio, 1999). Estos autores establecen que "el estudio de la evolución del aprendizaje se realiza principalmente comparando especies vivientes" (p.17); ya que no hay registro fósil que permita una continuidad de evidencias.

El método comparativo no consiste solamente en la comparación entre dos o más especies, deben tomarse en cuenta los niveles y tipos de comparaciones que van a realizarse (Colmenares, 1996). Como se mencionó en la reseña histórica, el método original de la psicología comparada fue el método anecdótico, ampliamente criticado y posteriormente sustituido por el método experimental.

Desde finales del siglo XIX se han estado revisando las críticas hechas al método anecdótico y las ventajas de la aplicación del método experimental en la psicología comparada. En este sentido, Washburn (1917) comentó que el método anecdótico utilizado por Romanes consistía en tomar el reporte a partir de un tercero que observaba accidentalmente la conducta de algún animal por parecerle extraña o inusual (posiblemente observaba el comportamiento de su mascota). Por lo anterior, en la actualidad, se hace evidente la carga de ingenuidad y la carencia de control que implicaba este método. A pesar de lo evidente de este asunto, es preciso enumerar las desventajas expuestas por esta autora.

Dichas desventajas son: (a) el observador no se encuentra entrenado científicamente como para distinguir lo que ve de lo que infiere, (b) el mismo no está familiarizado con los hábitos pertenecientes a la especie en particular, (c) tampoco tiene información acerca de la experiencia pasada del animal en particular, (d) la persona posee un afecto personal por este animal y un deseo por demostrar su *inteligencia superior*, y, (e) esta persona desea contar una buena historia.

En contraposición a este método anecdótico, catalogado como acientífico y que como fácilmente puede deducirse trae consecuencias y conclusiones bastante erradas, se adoptó el método experimental para obtener datos en psicología comparada. En un experimento llevado a cabo correctamente, las condiciones deben estar controladas, o al menos deben ser conocidas, además, el experimentador debe ser imparcial ya que su objetivo es reportar de forma precisa los hechos a medida que los observa (Washburn, 1917).

Adicionalmente, Washburn (1917) añade que la experimentación en animales varía de acuerdo al problema planteado. Siguiendo esta línea de pensamiento, en esta investigación se llevarán a cabo diversos experimentos con objeto de estudiar la regulación temporal evidenciada en conductas que se comentarán más adelante.

De acuerdo a Colmenares (1996), el método comparativo puede emplearse con dos objetivos diferentes: (a) investigar el carácter adaptativo del comportamiento de las diferentes especies, o, (b) investigar el origen evolutivo de dichos comportamientos, o pueden tomarse en cuenta ambos objetivos tal y como se hará en el presente trabajo.

Dentro de la Psicología Comparada y la Biología Evolutiva, Gottlieb (1984) resalta tres procesos evolutivos que ayudan a explicar las diferencias y semejanzas entre las especies: (a) la cladogénesis, (b) la anagénesis y (c) la estasigénesis. De acuerdo a Rensch y Huxley (1957, 1959; cps. Gottlieb, 1984), la cladogénesis se refiere al proceso evolutivo de diversificación y variación de los organismos; la anagénesis a la adaptación y mejoría progresiva de las estructuras y funciones organísmicas y, finalmente, la estasigénesis hace referencia a la estabilidad y persistencia de la estructura organísmica a lo largo del tiempo.

Muchos autores (Capitanio y Leger 1979; Gottlieb, 1984; Lejeune y Wearden , 1991; Yarczower y Hazlett, 1977; Yarczower y Yarczower, 1979), han tomado a la anagénesis como base para la explicación de las diferencias y semejanzas encontradas en sus estudios comparativos y a pesar de sus desacuerdos internos en cuanto al empleo de la escala evolutiva, el concepto que subyace a dicha escala ha sido básico para muchos psicólogos comparatistas y otros estudiosos del área para explicar las diferencias del comportamiento de los animales.

Huxley (1958; cp. Yarczower y Hazlett, 1977) ha establecido que para enmarcar las diferencias adquiridas por los animales, la anagénesis toma en cuenta la adaptación detallada a un nicho restringido, la especialización para una forma de vida particular, la eficiencia aumentada de una estructura o función dada, una mayor diferenciación de funciones, el mejoramiento de planes estructurales y fisiológicos, y una organización general elevada.

En la anagénesis es importante que los animales estén relacionados al menos por evolución paralela. Simpson (1961; cp. Yarczower y Hazlett, 1977) definió a la evolución

paralela como el desarrollo de características similares a partir de dos o más linajes separados de ancestro común en base a los caracteres de dicho ancestro. Por el contrario, la evolución convergente se define como el desarrollo de caracteres similares en dos o más linajes diferentes sin un ancestro común pertinente a la similitud, pero que involucra una adaptación a una ecología similar.

La anagénesis sugiere que muchos taxones se clasifican más fácilmente por *grados* que por la referencia a sus orígenes (Yarczower y Yarczower, 1979). Estas unidades anagenéticas (los grados) requieren de la relación de evolución paralela entre especies; este concepto carece de utilidad si se emplea en relaciones convergentes. Estos autores afirman que el paralelismo incrementa la posibilidad de que los cambios entre grado y grado reflejen refinamientos o mejorías en la operación de caracteres o mecanismos similares.

Las diferencias en la regulación temporal entre especies pueden ser abordadas desde esta perspectiva ya que, de acuerdo a Lejeune y Wearden (1991), la perspectiva evolutiva de la anagénesis se centra en la plasticidad y versatilidad del comportamiento, es decir, pueden distinguirse diferentes grados o niveles en base a criterios tales como la adaptabilidad conductual, la plasticidad ontogenética y la independencia del ambiente. Según estos autores, la anagénesis trasciende las condiciones ambientales, no las ignora sino que se enfoca en el rango comportamental de los sujetos ante situaciones de desafío y riesgo, diferentes a aquellas con las que se enfrentan en su ambiente natural.

Entonces, puede decirse que el presente estudio se enmarca dentro de la psicología comparada, entendida como la disciplina científica encargada del estudio del comportamiento de los organismos, bien sea un organismo o más de uno, comparándolos entre sí y tomando en cuenta su adaptación al ambiente. Se utilizará la perspectiva de la anagénesis como base para la comprensión de las diferencias y semejanzas entre las conductas animales. Finalmente, se empleará el método experimental para recolectar los datos necesarios para el logro del objetivo del estudio. Para comprender esto último se expondrán a continuación los modos en que serán medidas las conductas adaptativas necesarias para poder hablar del fenómeno de cronometraje.

2.3. El cronometraje y técnicas para su medición

El fenómeno del cronometraje consiste en un proceso básico de aprendizaje y se compone de conductas adaptativas. Este proceso puede entenderse como la sensibilidad conductual aprendida ante la ocurrencia de ciertos eventos en el tiempo, lo cual sugiere una habilidad para detectar, integrar y usar información temporal (Higa, 1997). La aproximación a esta conducta involucra el estudio del patrón de desarrollo de la respuesta de cronometraje ante situaciones cambiantes.

Es posible analizar estas conductas que reflejan sensibilidad al tiempo, que implican capacidades para asentar las propias conductas en el tiempo y la proporción de estimaciones de la duración de estímulos exteriores (Domjan, 1998; Richelle y Lejeune, 1998). El estudio de estas conductas es importante ya que toda la experiencia animal (y humana) está sumergida en un contexto temporal (Catania, 1979). En este sentido, el aprendizaje involucra relaciones temporales. Los animales discriminan sus respuestas a partir de patrones temporales, son sensibles a la duración de los estímulos y aprenden el orden temporal de los eventos (Fernández y Arias, 1993).

Según Church y Broadbent (1991) y Richelle y Lejeune (1984) existen dos aproximaciones al estudio del cronometraje. La primera es la del cronometraje periódico, de corte biológico, o cronobiología; la cual se refiere al estudio de la habilidad de los animales para responder de una forma consistente en momentos particulares y en ausencia de cualquier estímulo externo, como ocurre con los ritmos circadianos.

La segunda aproximación es la del cronometraje de intervalo y se refiere a la habilidad de los animales para relacionarse con las duraciones (Catania, 1970; Church, 1989; cps. Church y Broadbent, 1991; Richelle y Lejeune, 1984), aún cuando el intervalo comience en un momento arbitrario. Esta segunda aproximación es estudiada principalmente por psicólogos experimentales. Ambas utilizan la metáfora del *reloj interno* (Church, 1984), involucran determinantes biológicos y experienciales, y formalizan los procesos mediante modelos matemáticos.

Es importante destacar que ambas aproximaciones no son mútuamente excluyentes (Richelle y Lejeune, 1984), aunque la presente investigación se centrará en el enfoque

psicológico o de intervalo que utiliza la psicología experimental. Tanto el condicionamiento pavloviano, como el condicionamiento operante, son procesos temporalmente dependientes que pueden analizarse en los laboratorios de psicología experimental (Domjan, 1998).

La tradición psicofísica, específicamente la dedicada al estudio del tiempo, ha brindado una serie de métodos que han sido adaptados para los estudios con animales. Uno de estos métodos es el de estimación, en el que el estímulo es de naturaleza temporal y se expone ante el sujeto, quien tiene que estimar verbalmente la duración experimentada (Fernández y Arias, 1993; Spetch y Rusak, 1992).

El otro método adaptado es el de reproducción (Catania, 1970/1979), en el que se presenta una duración modelo y se le pide al sujeto experimental que la reproduzca, por ejemplo, presionando un botón. Los estudios que han empleado estos métodos han sido, entre otros, de discriminación temporal, y cronometraje o regulación temporal en animales y humanos.

Tal y como se señaló se tomará la metodología experimental como vía de aproximación al fenómeno del cronometraje; específicamente la utilizada en el Análisis Experimental de la Conducta, por medio de la instauración de una variante del programa de intervalo fijo (IF) llamada procedimiento de pico.

Los programas de reforzamiento son pautas que el experimentador impone ya sea por el número de respuestas fijadas o variables emitidas, o por intervalos prefijados o variables; y en los que después de cumplidos los criterios impuestos, se refuerza la respuesta o respuestas emitidas por los organismos para crear un patrón específico de comportamiento (Bower y Hilgard, 1992). Catania (1970/1979) estableció que un programa de reforzamiento especifica las condiciones en que las respuestas pueden producir un reforzador. Entre estas condiciones está el tiempo transcurrido desde la última respuesta emitida.

En este trabajo se utilizó una variación del programa de IF. En el programa de reforzamiento de IF, el reforzamiento se proporciona a la primera respuesta que ocurra después de un intervalo designado, el cual se mide a partir del reforzamiento precedente o desde el inicio de un estímulo de ensayo.

Los programas de reforzamiento de IF producen resultados legítimos y ordenados y, además, muestran lo que se ha denominado festón del IF (Skinner, 1938/1975). El festón del IF es un patrón de respuesta que ocurre bajo el entrenamiento en un programa de IF, y se indica con una tasa de respuesta de cero inmediatamente después del reforzamiento que luego se acelera gradualmente, hasta una tasa más elevada de respuesta, a medida que se aproxima el siguiente reforzamiento (Bower y Hilgard, 1992; Hoyert, 1992; Catania, 1979; Sidman, 1973; Skinner, 1938/1975; Staddon, 1972).

Este patrón o festón del IF es un indicador claro de discriminación temporal que, unido a otros que se explicarán posteriormente, conforman el fenómeno del cronometraje. El fenómeno del festón supone que a medida que transcurre el tiempo de espera del animal, aumentan las probabilidades del refuerzo de su respuesta (Skinner, 1938/1975).

A pesar de este orden en las respuestas durante un programa de reforzamiento, se caracteriza por tener altos niveles de variabilidad (Hoyert, 1992). Ya es bien sabido que solamente se necesita una respuesta para obtener el reforzamiento, después de un criterio temporal fijo pero, como comenta Shettleworth (1998) esta ejecución sería típica en un animal *omnisciente*.

Skinner (1938/1975) sugirió que el patrón de ejecución de este programa (IF) involucra la organización de los siguientes cuatro tipos de variabilidad: (a) variabilidad entre sesión: la tasa de respuesta y otras medidas de ejecución que se computan a lo largo de la sesión, oscilan entre las sesiones; (b) variabilidad entre intervalo: la tasa de respuesta y otras medidas de ejecución que son computadas a lo largo del intervalo, fluctúan de intervalo a intervalo; (c) variabilidad intra intervalo: las respuestas por lo general están ausentes al inicio del intervalo y gradualmente incrementa su frecuencia hasta que el refuerzo es entregado; y, (d) aglomeración de respuestas: las respuestas individuales tienden a ocurrir en grupos de dos o tres respuestas.

Como se dijo antes, existe un patrón estable de conducta principalmente evidenciado por el festón del IF. Sin embargo, la duración de la pausa postreforzamiento, la velocidad de la aceleración de la tasa de respuesta, la tasa de respuesta terminal y el número total de respuestas emitidas durante el intervalo, puede n cambiar drásticamente entre intervalos (Hoyert, 1992).

Catania (1970/1979) también ha comentado lo que ocurre en la conducta del animal bajo este tipo de programas de reforzamiento. Este autor propone que "las propiedades temporales del ambiente pueden controlar el responder y las propiedades temporales del responder acaban por diferenciarse" (p.15).

En un programa de reforzamiento de IF debe calcularse una medida llamada cuarto de vida para asegurar el control adecuado de variables experimentales como a deprivación, tipo de reforzamiento empleado, magnitud del mismo y otras. El cuarto de vida establece que el animal emplea aproximadamente más de la mitad del intervalo fijo en emitir el primer cuarto del número total de respuestas emitidas durante el intervalo (Sidman, 1973). A partir de aquí, se concluye que mientras sea mayor el número de respuestas durante cuarto de vida, menor control experimental. Para efectos de este trabajo, se calcularán los cuarto de vida, para asegurar la existencia de un control experimental adecuado.

Otro cálculo matemático que puede realizarse en un programa de IF es el del índice de curvatura (Fry, Kelleher y Cook, 1960, cps. Gollub, 1964, Richelle y Lejeune, 1984). Esta medida refleja la extensión y la dirección de la diferencia entre la curva acumulativa obtenida y la curva en línea recta producida por una tasa de respuesta constante. En otras palabras, este índice se define como una fracción: la diferencia entre el área bajo la curva acumulativa de tasa constante (A) y el área bajo la curva obtenida (A') dividida por A.

Además puede calcularse también el punto máximo de incremento de tasa (Schneider, 1969; cp. Zeiler y Powell, 1994) a través del ajuste de dos líneas rectas en la distribución de respuestas acumulativas para cada ensayo vacó o ensayo de pico. El punto de intersección de las dos líneas que minimiza la suma de desviaciones cuadradas de las dos líneas es el punto de aceleración. Este método sólo determina el punto en el que la aceleración ocurrió. De esta forma puede calcularse también el punto de desaceleración, sólo que moviéndose desde el último bin de un ensayo de pico hasta la mitad de estas tasas parciales.

Zeiler y Powell (1994) establecen que los puntos de la tasa de pico pueden calcularse por cada ensayo de pico, a través de distintas técnicas estadísticas. También Gibbon y Church (1990; cp. Zeiler y Powell, 1994) considera dos medidas adicionales para el control

temporal, que son: (a) el punto medio del período entre los puntos de aceleración y desaceleración; y, (b) la duración de dicho período. Estos autores encontraron que la duración entre el punto de aceleración y el de desaceleración siempre estaba negativamente correlacionada con el punto de aceleración.

En general, los programas de reforzamiento tienen tres clases de efectos conductuales combinados de diferentes formas: (a) los discriminativos, (b) los dinámicos y (c) los diferenciadores (Catania, 1970/1979). Los primeros, según este mismo autor, resultan del control establecido por la pauta temporal, como una propiedad discriminativa del ambiente. Los segundos, a su vez surgen porque el reforzamiento afecta a la tasa de respuesta, es decir, las respuestas dependen de la distancia en el tiempo de los reforzadores. Por último, los efectos diferenciadores se encuentran muy relacionados con los dicriminativos (Skinner, 1938/1975), y surgen cuando los actos de reforzamiento diferencial influyen sobre la pauta temporal entre respuestas.

Tomando en cuenta lo anterior, deben revisarse estos efectos en un programa de IF, ya que este último y una variación del mismo se utilizarán en este trabajo. Según Catania (1970/1979) en este tipo de programas,

> la tasa de respuesta no ejerce un efecto sustancial sobre la tasa de reforzamiento, a menos que el tiempo entre las respuestas sea largo respecto a la duración del intervalo fijo (...) a su vez, la tasa de respuesta generada por un programa IF no afecta a la tasa de reforzamiento (p. 75).

En este tipo de programas se supone una discriminación que puede deberse a la consistencia del intervalo, o demora consistente en todas las ocasiones después del reforzamiento, o a la diferenciación en el espaciamiento de las respuestas en el tiempo porque, a medida que avanza el tiempo para concluir el intervalo, aumenta la probabilidad de que las últimas respuestas sean reforzadas (Catania, 1979).

En esta misma línea, Dews (1962, cp. Catania, 1970/1979) plantea que en un programa de IF, el control que ejerce el inicio del parámetro temporal establecido es determinante para explicar los patrones homogéneos de respuesta. Por lo anterior, este autor afirma que en este programa de reforzamiento están "íntimamente relacionados los efectos del reforzamiento demorado y de la discriminación temporal" (p.21).

Durante la ejecución de un programa de IF es importante tomar en cuenta las llamadas *conductas mediadoras,* las cuales son descritas como cadenas emergentes de respuestas espontáneas que surgen en programas que requieren del espaciamiento temporal de las respuestas (Bruner y Revusky, 1961; Dews y Morse, 1958; Hodos, Ross y Brady, 1962; Holz, Azrin y Ulrich, 1963; Kapostins, 1963; Laties y Weiss, 1962, Malott y Cumming, 1964; Segal y Hollway, 1963; Stoddard, 1962; Wilson y Keller, 1953; cps. Laties, Weiss, Clark y Reynolds, 1965).

Este comportamiento colateral sirve como conducta mediadora, entendida como la conducta que ocurre entre dos instantes de la respuesta en cuestión, que es usada por el organismo como un estímulo controlador o estímulo discriminativo en ejecuciones subsecuentes (Ferster y Skinner, 1957; cp. Laties, Weiss, Clark y Reynolds, 1965). En el caso de los estudios con ratas, estas conductas mediadoras pueden ser: tomarse la cola, extraer excremento de la bandeja con la cola, saltar, acicalarse, poner el hocico en una esquina de la caja, entre otras. Estos autores han demostrado que estas conductas mediadoras forman parte de la cadena conductual que conduce a la entrega del refuerzo por lo tanto, estas conductas son importantes también para el mantenimiento de la operante en cuestión (la opresión de palanca).

Otro aspecto importante es el indicador del cronometraje llamado tasa vértice (Roberts, 1981). El punto vértice deriva de la variación del programa de reforzamiento de IF llamado *procedimiento del vértice o procedimiento del máximo número de respuestas* (Catania, 1970/1979; cp. Fernández y Arias, 1993) anteriormente mencionado. De acuerdo a estos autores, este procedimiento se implementa paralelamente con un programa de IF. Cuando se pasa a la fase del procedimiento de pico, se señala su inicio con un tono corto o luz y, seguidamente, se expone al organismo a un intervalo mayor que el intervalo fijo utilizado en el IF y omitiendo el reforzamiento, de manera de poder observar la máxima tasa de respuesta o tasa vértice muy cercana al final del IF .

Después de observar el punto de tasa máxima, vértice o pico, como la respuesta emitida justo después de finalizado el criterio de IF no ha sido reforzada, se obtiene el patrón de extinción correspondiente al programa de IF. En el caso de este programa, las respuestas durante el primer intervalo de extinción, se mantienen, después se observa un patrón de pausa, respuesta, aceleración y detención repentina; y a medida que la tasa de

respuesta se aproxima a cero, las pausas se hacen más marcadas y las respuestas disminuyen notablemente (Reynolds, 1968/1977).

De acuerdo a un arreglo empleado en un experimento de Roberts (1981), el cual será tomado como punto de referencia para este estudio, los organismos entran en un número de ensayos en un programa de IF que es asignado aleatoriamente, después de terminados estos ensayos, comienza un ensayo de procedimiento de pico (con una duración mayor que el IF y sin reforzamiento) y cuando este finalice, comienzan de nuevo los ensayos de IF.

Del modo anterior, puede medirse el control ejercido por los estímulos temporales sobre la conducta y la capacidad de los organismos para responder de una forma regular ante los mismos (Roberts, 1981). Según Lejeune (1990; cp. Fernández y Arias, 1993), este procedimiento proporciona información acerca de las estimaciones logradas por los sujetos del momento en que aparece el reforzador, o sea, suministra información de una posible capacidad para *estimar* parámetros temporales.

En las pruebas de generalización temporal, un organismo es reforzado por responder después de una señal de una duración en especial y no de otras duraciones (Shettleworth, 1998). Según esta autora, este procedimiento genera un gradiente de generalización típico, con un pico central situado en el área correspondiente a la duración reforzada. Este patrón es muy parecido al obtenido por medio del procedimiento de pico, sólo que en este último, se omite el reforzador (ensayo vacío).

Otro modo de medir el fenómeno de cronometraje es la bisección de intervalos, que consiste en un entrenamiento de discriminación en el que por ejemplo, un tono o una luz se ponen en marcha por dos u ocho segundos , entonces dos palancas se despliegan en la caja ; los animales son reforzados por oprimir la palanca izquierda si el tono duró dos segundos y por presionar la palanca derecha si el tono duró ocho segundos (Shettleworth, 1998). Tras el entrenamiento en estas dos duraciones, el organismo se somete a pruebas no reforzadas de duraciones situadas entre los valores que han sido entrenados, y entonces se observa qué planca escoge (Fernández y Arias, 1993). Estas pruebas permiten determinar qué duración estiman los organismos como punto intermedio entre las dos duraciones, es decir, establecen el punto de indiferencia o bisección.

En esta investigación se estudiarán tanto el festón del IF como la tasa vértice como indicadores del fenómeno del cronometraje. Los investigadores que han realizado estudios de laboratorio para aproximarse a este fenómeno han desarrollado algunas teorías, o en otros casos se han apoyado en éstas, que han sido creadas para dar cuenta del cronometraje, más allá de los aspectos metodológicos.

2.4. Teorías y modelos de cronometraje

El interés por el estudio de la adaptación temporal radica en el descubrimiento de que la conducta producida por animales bajo ciertas condiciones experimentales que involucran regularidades temporales o requisitos temporales para la obtención de reforzamiento, son compatibles con leyes empíricas simples como la ley del poder y la ley de Weber (Jasselette, Wearden y Lejeune, 1990; Shettleworth, 1998). Además, el desarrollo de dos teorías que explican este fenómeno también ha impulsado la elaboración de diversas investigaciones.

Church y Broadbent (1991) propusieron una serie de hechos que deben ser contemplados por una teoría del cronometraje:

1.- Procedimiento pico: la probabilidad media de una respuesta incrementa gradualmente a un máximo cercano al tiempo de reforzamiento y luego disminuye de un modo ligeramente asimétrico.

2.- La ejecución en ensayos individuales, a diferencia de la función media, se caracteriza por un cambio abrupto de un estado de baja respuesta a un estado de alta respuesta y, finalmente, otro estado de disminución de respuesta.

3.- Las funciones medias son muy similares con el tiempo mostrado como proporción del tiempo de reforzamiento.

2.4.1.- Teorías de marcapasos y noción de reloj interno

Una de las teorías desarrolladas es la Teoría Escalar de la Expectativa o SET, la cual corresponde a un modelo de procesamiento de la información. Esta teoría debe reunir las condiciones de que el tiempo subjetivo se relacione linealmente con el tiempo real y que se sostenga la ley de Weber; además, da cuenta de ciertos mecanismos subyacentes de la adaptación temporal, asumiendo que ciertos procesos cíclicos contribuyen a la varianza del cronometraje (Shettleworth, 1998). Estos procesos incluyen el funcionamiento de un marcapasos que pulsa, un interruptor que permite la entrada de los pulsos, y un acumulador que los graba. Estos totales de impulsos se transfieren a la memoria de trabajo y a una memoria de referencia, la cual almacena estas cuentas recordadas a lo largo de los ensayos; un comparador, contrasta las cuentas en la memoria de trabajo con los totales de la memoria de referencia y se toma una decisión en base a una regla de respuesta (Bizo y White, 1997; Gibbon, 1977; cps. Jasselette, Wearden y Lejeune, 1990; Machado, 1997; Wearden y Doherty, 1995; Zeiler, 1991).

Esta teoría de corte cognitivo, emplea como noción subyacente las propiedades de un reloj interno (Church, 1984). Fundamentalmente esta teoría cuenta con las estructuras ante mencionadas, que funcionan engranadas en el procesamiento de la información y cada una tiene una característica definitoria. El autor anteriormente citado, expone las siguientes características para cada una de sus partes: (1) el marcapasos es un mecanismo interno que genera pulsos; (2) el interruptor da paso a los pulsos desde el marcapasos hasta el acumulador; (3) el acumulador sostiene la suma de los pulsos; (4) la memoria de trabajo almacena información sobre el ensayo presente en ausencia de la señal; (5) la memoria de referencia almacena información sobre los ensayos pasados y de sus consecuencias de forma permanente; y (6) el comparador, que determina un respuesta sobre la base de una regla de decisión que involucra una comparación entre un valor del acumulador o de la memoria de trabajo con un valor de la memoria de referencia.

La SET da cuenta del control temporal sobre la conducta de los organismos. En este sentido, Gibbon (1977) propone que los sujetos hacen estimaciones de los intervalos precedentes al reforzamiento por medio de un proceso cronométrico escalar. Según el mismo autor, este proceso reajusta las estimaciones para diferentes estimados del intervalo que está siendo *contado* por el animal; además, implica un coeficiente de variación constante. A partir

de estas estimaciones, se forman expectativas de recompensa y se realiza una discriminación entre las respuestas alternativas a partir de una tasa de las expectativas. En los programas de reforzamiento periódicos, la discriminación se hace entre las expectativas de recompensa locales y globales.

La hipótesis escalar propone que bajo ciertas condiciones, la conducta (v. gr. bajo programas de reforzamiento de IF) se relaciona directamente con las estimaciones del intervalo para el reforzamiento (Gibbon, 1977). Uno de los principales interrogantes que se plantean ante esta teoría es por qué el cronometraje es escalar, es decir, por qué la varianza aumenta en el procedimiento de pico o en otros arreglos para estudiar este fenómeno, en la medida en que aumentan los intervalos de dichos arreglos (Shettleworth, 1998). Hay una postura que responde a lo anterior, que se expondrá posteriormente. Además, la teoría escalar no especifica la manera en que las estimaciones temporales se traducen en comportamiento, sólo que dicha traducción preserva la propiedad escalar de la que anteriormente se habló.

La teoría escalar ha sido principalmente descrita como una teoría de discriminación temporal del control ejercido por parámetros temporales y ha servido para explicar el fenómeno de cronometraje en varias especies animales. No obstante, la evidencia que la apoya sólo se ha obtenido a partir de conductas reforzadas con alimento, sus aplicaciones se restringen a procedimientos de reforzamiento apetitivo (Gibbon, 1977).

En los programas de IF que serán usados en este estudio, la teoría escalar puede ser aplicada del siguiente modo: en estos programas es evidente que el patrón conductual refleja el control temporal de los estímulos, ya que después del entrenamiento suficiente, los sujetos responden a una tasa de respuesta bastante baja al inicio del intervalo, y esta tasa cambia abruptamente a una alta a medida que el intervalo se acerca a su final, o a medida que se acerca el momento del reforzamiento. La teoría propone que los sujetos hacen una estimación de cuándo se entregará el reforzamiento y basan una expectativa de recompensa a ese valor. A medida que transcurre el tiempo del intervalo, la expectativa crece. Cuando la expectativa local representa una mejoría discriminable sobre la expectativa global, la tasa de respuesta se eleva (Gibbon, 1977).

La expectativa de reforzamiento está inversamente relacionada con el tiempo estimado para el reforzamiento. Las ideas de expectativas se describen de la siguiente forma: una distribución de las estimaciones del tiempo del IF *(T)* con una muestra *(x)*. Las expectativas de reforzamiento se basan en este valor y se tiene la función de expectativa *h(t)*, y la tasa de expectativa *r(t)*, que son hiperbólicas en *t*, y el punto en el que la tasa de expectativa corta el umbral *b* se indica como *y*.

La expectativa de reforzamiento se define como la cantidad total de expectativa que un solo reforzamiento pueda soportar. La cantidad total de reforzamiento o "esperanza" se registra en unidades de cantidad o de acceso al reforzamiento, y se designa como *H*, el cual es un parámetro motivacional que se asume que varía directamente con el incentivo.

Al inicio del intervalo *(t=0)* la expectativa es *H/x*. Si la media de la distribución de estimaciones es *T*, y *h(0)*, para la media estimada, es sencillamente la tasa de reforzamiento multiplicada por la expectativa total *H*. La expectativa al inicio de cualquier intervalo es una estimación de la expectativa total para una cantidad y calidad dada de reforzamiento entregado a una tasa de *1/T*.

A medida que transcurre el tiempo a lo largo del intervalo, t>0, *la expectativa se renueva y crece continuamente. La expectativa incrementa de forma hiperbólica, ya que* H *se ha esparcido en el tiempo remanente que hay entre* t, *y la estimación de la entrega del reforzamiento,* x. *Esto es: H(t)=H/x-t.*

La forma hiperbólica para la expectativa se ha basado en hallazgos empíricos para dar cuenta de la *impulsividad* y *autocontrol* a diferentes distancias del reforzamiento. La formulación de expectativa hecha por este autor añade al concepto clásico la lógica cuantitativa con un parámetro motivacional, un comparador de tasas de expectativa y un proceso estocástico de estimación (Ainslie, 1975, Navarick y Fantino, 1976; Rachlin, 1970, Rachlin y Green, 1972, cps. Gibbon, 1977).

A medida que el tiempo del intervalo se acerca a su final, los sujetos comparan el valor de la expectativa local, *h(t)*, con la estimación de la expectativa de recompensa global. La respuesta comienza entonces cuando: r(t)=h(t)/h(0)=1/(1-t)/(x>b).

Otro modelo que intenta explicar el fenómeno de cronometraje es el llamado Modelo de Osciladores. Más que contar pulsos como se vio en el anterior modelo escalar, este modelo registra el estado de cada conjunto de osciladores de diferentes periodicidades (Shettleworth, 1998). Según esta autora, la ventaja de este modelo es que unifica al cronometraje a todas las escalas, en términos de un simple conjunto de osciladores. También, a diferencia del modelo anterior, el presente es considerado biológicamente realista, ya que estos osciladores son propuestos para reemplazar al marcapasos y su respectivo acumulador.

Existen osciladores circadianos que pueden registrar ritmos de duraciones tan largas que pueden variar desde las 24 horas hasta meses e inclusive años. Estos osciladores unificados pueden registrar duraciones más cortas que son las que se manipulan desde una perspectiva de la psicología experimental en el estudio del cronometraje (Shettleworth, 1998).

El realismo biológico atribuido a estos osciladores, descrito por Shettleworth (1998) se fundamenta en que la fisiología y el comportamiento de la mayor parte de los organismos evidencia la existencia de numerosos osciladores biológicos que guían un sinfín de actividades propias de los mismos. Este modelo puede ser traducido en un modelo de redes neurales en el que los tiempos de ocurrencia se almacenan en una matriz que representa el estatus de cada oscilador (Wearden y Doherty, 1995).

En línea general, las predicciones logradas a través de este modelo en cuanto al comportamiento bajo un procedimiento de pico y programas de reforzamiento IF, no difieren de las logradas con el modelo de procesamiento de la información (Shettelworth, 1998). Esta noción de los osciladores biológicos podría considerarse como el origen de los pulsos del marcapasos antes explicado, aunque para algunos autores su naturaleza al igual que la del contador, continúan siendo *oscuras*, es decir, no hay evidencia directa de las mismas y también se desconoce su compromiso con los procesos conductuales de cronometraje (Church y Broadbent, 1991; Grossberg y Schmajuk, 1989; Keele e Ivry, 1990; Miall, 1992; Moore, Desmond y Berthier, 1989; cps. Killeen y Fetterman, 1993).

2.4. 2.- Teorías de corte conductual

Como una reacción ante el modelo de procesamiento de la información que supone un marcapasos-contador como generador de pulsos, Staddon y Higa (1999) propusieron una alternativa para esta teoría escalar y señalaron varias de sus deficiencias. De acuerdo a estos autores, la teoría escalar falla al explicar algunas propiedades básicas de la conducta operante en los procedimientos que implican el cronometraje de intervalos, además de contar con unas elaboraciones extremas para dar cuenta de ciertas discrepancias cuantitativas.

Staddon y Higa (1999) propusieron un modelo de memoria del cronometraje, originalemente llamado *Memory Timing Model (MTS)*. La idea básica de este modelo es que lo que es aprendido bajo programas periódicos, resultan ser los valores reforzados y no reforzados de la memoria del organismo para el marcador temporal (el estímulo que inicia el intervalo, p.ej. el reforzador). Este alcance permite la integración de gran cantidad de fenómenos, como de habituación, sensibilidad a la tasa, efectos parciales del reforzamiento, la ley de Jost, la ley de Weber, la psicofísica de la elección temporal y muchas propiedades de programas de reforzamiento basados en el tiempo; sólo a través de un proceso de evento-memoria.

Por otro lado, la Teoría Conductual o BeT (Fetterman y Killeen, 1995; Killeen y Fetterman, 1988; Killeen y Fetterman, 1993; cps. Bizo y White, 1997; Machado, 1997) plantea que la mayor parte de las tareas de cronometraje confunden el intervalo a ser discriminado con la densidad del reforzador, y que la tasa de reforzamiento afecta el estado de alerta. La relación entre el marcapasos y el reforzador en este caso es lineal, y las discriminaciones temporales se basan en discriminaciones condicionales de conductas adjuntivas correlacionadas con estados secuenciales adjuntivos.

Esta teoría es de corte más conductual que la Escalar (Machado, 1997). La teoría Conductual concibe al animal como en movimiento a lo largo de una serie invariante de clases conductuales durante los intervalos interreforzamiento. El pulso de un marcapasos interno cambia la clase conductual en la que el animal se encuentra y cuando el reforzamiento se entrega después de la respuesta correcta, el animal asocia esa clase conductual presente con la respuesta emitida. De acuerdo a esta teoría, las clases

conductuales sirven de estímulos discriminativos, es decir, son claves que establecen la ocasión para que la respuesta operante se dé (Church, Lacourse y Crystal, 1998).

La teoría conductual del cronometraje se basa en la observación de señales de reforzamiento que elicitan conductas adjuntivas (Killeen y Fetterman, 1988). Estos autores explican que las transiciones entre estos comportamientos se describen a través de procesos de Poisson, y pueden servir como base para discriminaciones condicionales del paso del tiempo. Cuando varía la tasa de reforzamiento se generan distribuciones de conductas cuyas medias y desviaciones estándar varían proporcionalmente

Killeen y Fetterman (1988) propusieron las siguientes premisas de su teoría: (a) los estímulos que señalan la recompensa generan respuestas que pueden ser elicitadas o emitidas, intermedias o terminales, las cuales han sido llamadas por los autores respuestas *adjuntivas*; (b) no consideran que el comportamiento colateral del que se habla sea emergente; (c) sostiene que las transiciones entre comportamientos adjuntivos ocurren por pulsos de un reloj interno y apoyan esto último con diversas evidencias empíricas obtenidas por varios autores; y (d) las conductas adjuntivas pueden servir como estímulos discriminativos para respuestas siguientes.

Varios modelos derivados de esta teoría han sido extendidos para el estudio de otros fenómenos como los de la discriminación y generalización temporal, acortamiento subjetivo y comparaciones pareadas de intervalos e incluso los modelos actuales de elección entre reforzadores demorados son consistentes con esta teoría de cronometraje (Killeen y Fetterman, 1988).

Killeen y Fetterman (1993) establecieron que esta teoría provee una descripción simple de la forma en que los animales responden a las contingencias externas en ambientes llamados *experimentos de cronometraje.* Estos autores asumen que hay una probabilidad constante de que un organismo se mueva de una clase de comportamiento a otra.

En contextos de reforzamiento periódico, como en los programas de IF, se suponen otras clases de comportamientos lo que se ha llamado en la sección anterior conductas mediadoras (Laties, Weiss, Clark y Reynolds, 1965), a las cuales Killeen y Fetterman (1993) llaman conductas adjuntivas o supersticiosas. Esta probabilidad de que el animal se vea

involucrado en una u otra clase de comportamientos, en algún punto en el tiempo, tiene una distribución *gamma*, que dependiendo de sus parámetros puede lucir como desde una distribución exponencial a una distribución normal. Desafortunadamente todas estas conductas intermedias que ocurren durante cada intervalo, no pueden ser todas ajustadas por la misma distribución *gamma*.

En la misma línea, estos autores proponen que una forma de hacer suficientemente flexible este modelo de probabilidad constante para producir las distribuciones observadas del comportamiento, es por la vía de asumir que el organismo se mueve de un estado a otro con una probabilidad constante que es uniforme entre estados pero, que varias de estas transiciones pueden ser necesarias para alcanzar a una nueva clase de comportamiento. Este enfoque reemplaza los diferentes valores para las probabilidades de transición con un valor uniforme pero, recobra la flexibilidad necesaria liberando la relación entre los estados hipotéticos subyacentes y las clases de comportamiento observadas, dejando así a varios estados subyacer a una sola clase.

Seguidamente Killeen y Fetterman (1993) establecieron que uno de los modelos matemáticos más simples de este proceso del modelo marcapasos-contador, es aquel en el que el marcapasos es máximamente aleatorio. Este es el modelo de probabilidad constante, que es llamado en este contexto *proceso Poisson* y que predice las distribuciones *gamma* observadas de actividad.

Estos mismos autores afirmaron que el tiempo entre pulsos es una variable aleatoria y se asume que están distribuidas independiente e idénticamente. En el caso particular del *proceso Poisson*, la distribución de los tiempos de espera entre pulsos es exponencial. En muchos casos, la distribución normal acumulada provee una descripción excelente de la generalización temporal, de las funciones psicométricas y de las distribuciones de las conductas adjuntivas. Killeen y Fetterman (1993) asumen que es interesante que tanto la teoría escalar como la conductual lleguen a este modelo común, aunque las descripciones de los parámetros de estas distribuciones, para cada caso sean diferentes, como lo son las intuiciones que motivaron cada teoría.

Tanto la teoría conductual como la escalar describen el comportamiento de los animales después de un entrenamiento prolongado en programas basados en regulaciones

temporales para la entrega del reforzamiento pero, siguen sin explicar cómo los animales regulan su comportamiento en el tiempo real (Machado, 1997). Esto quiere decir que estas dos teorías casi siempre usan datos de estados estables de conducta y no de estados dinámicos o de transición, en los que el tiempo para el reforzamiento varía (Lejeune, Ferrara, Simons y Weraden, 1997).

El interés de estas dos teorías, la escalar y la conductual, por las condiciones de estados estables deviene de su alcance teórico molar; mientras que el alcance de dinámica temporal se centra en el estudio de variables temporales más moleculares (Lejeune, Ferrara, Simons y Wearden, 1997).

Existe una aproximación dentro de este enfoque de dinámica temporal que pretende abarcar una explicación más amplia y es el Modelo Dinámico (Machado, 1997). Este modelo intenta explicar cómo los animales regulan su comportamiento en programas basados en el tiempo. El modelo es de corte conductual, ya que enfatiza el rol de la conducta del animal y sus interacciones con el ambiente para el desarrollo de cierto control temporal. El Modelo Dinámico lleva este nombre, ya que trabaja con ecuaciones de movimiento en programas con base temporal y se relaciona con los procesos que ocurren en el tiempo real.

El Modelo Dinámico propuesto por Machado (1997) posee una estructura básica que tiene tres componentes principales: (a) una organización serial de los estados conductuales; (b) un vector de vínculos asociativos entre los estados conductuales y la respuesta operante; y; (c) la respuesta operante en sí misma.

Las suposiciones mantenidas por este modelo son: (a) cada marcador –alimento o predictor del alimento- del tiempo, la mayoría de las veces, pero no siempre, activa una serie de estados conductuales; (b) un componente de aprendizaje que describe cómo los estados conductuales llegan a regular la respuesta operante; (c) una regla de respuesta, que mide la fuerza de la respuesta operante; (d) la solución de las ecuaciones permite medir la activación de cada estado conductual como una función del tiempo; y; (d) el problema de la asignación del crédito, que explica cómo el tiempo eventualmente controla la conducta del animal. Este modelo ha sido validado tanto en preparaciones experimentales de programas de IF como en su variante conocida como procedimiento de pico.

Existe otro modelo que explica este fenómeno del cronometraje como una propiedad emergente de circuitos de redes neurales cuando estos últimos están bajo la acción de un reforzamiento (Donahoe y Burgos, 1999). Este modelo pertenece al área de las neurociencias y ha sido puesto a prueba a través de simulaciones por computadores programados bioconductualmente.

2.4.3.- Aproximación bioconductual

El enfoque bioconductual permite el análisis de conductas complejas, por medio del análisis experimental de la conducta, que tiene que ver con los efectos de las manipulaciones ambientales sobre la conducta, y su complementación con el análisis experimental de la fisiología, el cual consiste en estudiar los efectos de las manipulaciones intraorganísmicas sobre los eventos intraorganísmicos y sobre la conducta (Donahoe, Burgos y Palmer, 1993).

El modelo de redes neurales de esta forma elimina el supuesto de relojes internos o cualquier otro tipo de mecanismo interno, tan ampliamente usados en las teorías previamente expuestas para la explicación del fenómeno de cronometraje. Desde esta perspectiva, estas teorías de procesos inferidos impiden explicaciones genuinas de los fenómenos conductuales (Donahoe y Palmer, 1994; Skinner, 1938; cps. Donahoe y Burgos, 1999).

Donahoe y Burgos (1999) proponen que le problema central del control temporal es explicar cómo la conducta puede variar con el tiempo en un ambiente constante o ámbito de laboratorio. Estos autores plantean que como en el análisis experimental, se manipulan variables ambientales y se supone que los estímulos que ejercen el control ocurren justo antes de que se emita la conducta, entonces, ¿qué antecedente estimular es responsable del control temporal?

Cada teoría y cada modelo como se ha podido apreciar, proponen una perspectiva y una explicación particular con sus ventajas y sus desventajas. Estos últimos autores proponen que este fenómeno a estudiar- el cronometraje-, puede ocurrir sin ninguna suposición de mecanismos endógenos que no pueden ser evidenciados directamente. Finalmente sugieren que los reforzadores simplemente seleccionan un conjunto de eficacias sinápticas de modo

Según Killeen y Fetterman (1988) los procedimientos experimentales empleados para lograr una aproximación al fenómeno del cronometraje pueden clasificarse en función de las respuestas emitidas por los organismos: (a) aquellas respuestas que reflejan el flujo conductual en tiempo real, procedimiento inmediato; (b) que están basadas en un intervalo

de tiempo ya transcurrido, procedimiento retrospectivo; y, (c) que anticipan un intervalo de tiempo aún por transcurrir, procedimiento prospectivo.

Esta clasificación corresponde a los métodos propuestos por la tradición psicofísica anteriormente explicados. Para efectos de este trabajo puede decirse que, tanto en el programa de IF, como en el procedimiento de pico, están implicados los procesos de estimación y producción de respuestas ante estímulos temporales.

Como se dijo antes, se trabajará con el programa de IF y el procedimiento de pico, o también llamado procedimiento de pico-intervalo. Hay diversos estudios realizados con dichos procedimientos para dar cuenta del fenómeno del cronometraje en múltiples especies animales que apoyan el objetivo de este trabajo, que se centra en la comparación del comportamiento de vertebrados endodérmicos (ratas de la cepa *WKY* y pichones *Columba fasciata*) y de vertebrados ectodérmicos (tortugas *Chrysemys picta bellii*) en este fenómeno, específicamente en los parámetros de IF y tasa máxima o de pico.

Los estudios con vertebrados endodérmicos muestran diversos resultados que evidencian el control temporal que pueden ejercer los animales. Por ejemplo, Breukelaar y Darrymple-Alford (1998) realizaron una investigación en la que se evidenció que el comportamiento de las ratas (*Rattus novergicus*) podía ser controlado fuertemente por parámetros temporales y que, debido a esto, se les atribuye la capacidad de poder contar eventos. Estos resultados fueron obtenidos a través de procedimientos psicofísicos de elección señalados a través de claves de naturaleza no-numérica, en los que se disponía de dos palancas en una caja de Skinner y la rata debía escoger una de las dos para ser reforzada.

Una de las contribuciones más interesantes de la investigación anterior es que en ella se demostró que las ratas pueden contar eventos que ocurren en intervalos irregulares, aún cuando el patrón temporal de la secuencia sea único en cada presentación. Para explicar esta discriminación numérica, los autores emplearon dos modelos de cronometraje animal: (a) el modelo de modo de evento de Meck y Church (1983; cp. Breukelaar y Darrymple-Alford, 1998) que es una extensión de la Teoría Escalar; y (b) un modelo conexionista de Broadbent (1993, cp. Breukelaar y Darrymple-Alford, 1998) el cual se basa en una serie de osciladores.

En otro estudio, Church, Lacourse y Crystal (1998) trabajaron con ratas y demostraron que el fenómeno de cronometraje, no sólo ocurre y puede ser explicado en programas de reforzamiento de intervalo fijo, sino también en programas de reforzamiento de intervalo variable. Las teorías utilizadas para explicar el fenómeno fueron la escalar de Gibbon (1977) y la teoría de múltiples osciladores de Killeen y Fetterman (1988) o teoría conductual.

Estos autores concluyeron que las ratas, para responder de forma gradual ante los intervalos, no sacaban el promedio de los intervalos reforzados, sino que el organismo posee una memoria temporal constituida por ejemplos. Esta alternativa explicativa es la propuesta por la teoría escalar y es usada por el modelo conexionista según el cual el animal emplea una matriz de memoria para almacenar intervalos temporales.

Adicionalmente Roberts (1981) realizó cinco experimentos con ratas en los que empleó el procedimiento de pico y en los que a medida que se aproximaba el final del intervalo prefijado para los ensayos de IF, la tasa de respuesta alcanzaba su máxima expresión, llegando así a obtener el punto vértice. Este autor estableció que los ejemplos de discriminación temporal sugieren que muchos animales poseen un reloj interno que mide intervalos en segundos.

En 1982 este mismo autor realizó otros cuatro experimentos con ratas en los que utilizó procedimientos de discriminación temporal para ver si las luces y los tonos eran contados por el mismo reloj interno, y si las duraciones medidas de las luces y los tonos se almacenan en la misma memoria (Roberts, 1982). Encontró que había transferencia de la discriminación temporal a través de las modalidades de los ensayos. También utilizó procedimientos de pico en los que la tasa de respuesta llegaba a su máximo en la mitad del ensayo y ese tiempo máximo (tiempo de pico) era considerado una medida del reloj interno y de la memoria temporal.

Lea y Dow (1984) y Lejeune, Ferrara, Simons y Wearden (1997) trabajaron tanto con ensayos de IF y ensayos de procedimiento de pico, los cuales ocurrían aleatoriamente dentro de un programa que llamaron de pico-intervalo. Estos autores cambiaron los criterios de IF para estudiar las transiciones en la conducta de ratas, los cuales a su vez influyeron

sobre la duración de los ensayos de pico. El objetivo principal de este trabajo fue describir y comprender cómo los animales aprenden que el tiempo de reforzamiento ha cambiado.

En el presente estudio no se estudiarán estos cambios en el tiempo o criterio de reforzamiento; sin embargo, los resultados de la investigación llevada a cabo por Lejeune, Ferrrara, Simons y Wearden (1997) apoyan la obtención de patrones de festón del IF y de máxima ejecución ante el entrenamiento en el programa de intervalo-pico. En la presente investigación se centra el interés en la comparación de la ejecución de tres especies bajo este procedimiento de pico-intervalo en estados estables (Sidman, 1973).

Al analizar los tiempos de pico individuales durante una sesión, estos autores encontraron que las transiciones de tiempos menores a tiempos mayores para el reforzamiento se caracterizaban usualmente por saltos abruptos en el tiempo de máxima ejecución, mientras que las transiciones descendentes, fueron más suaves pero más rápidas. De este modo, puede también apreciarse la capacidad para la discriminación de intervalos que apoyan la ocurrencia del fenómeno del cronometraje a través del procedimiento de pico-intervalo. La discusión de estos resultados se realizaron a la luz de un alcance de dinámicas del tiempo, en el que el tiempo para el reforzamiento cambia en casi todos los ensayos.

La mayor parte de los estudios y discusiones a la luz de las teorías o modelos del cronometraje han sido elaborados a partir de experimentos de estado estable (Lejeune, Ferrrara, Simons y Wearden, 1997; Staddon y Higa, 1999). El procedimiento de pico-intervalo permite entonces poder apreciar estas transiciones, ya que el tiempo para recibir el reforzador no es siempre el mismo, de modo que a través de la aleatorización de los ensayos, no puede ser predicho por los organismos.

Además de los estudios llevados a cabo con ratas, Hanson y Killeen (1981) trabajaron con pichones expuestos a una serie de programas de reforzamiento de intervalo fijo para estudiar el fenómeno de cronometraje. Estos autores hallaron que la pausa post-reforzamiento variaba según la longitud del intervalo, mientras que el punto de quiebre variaba proporcionalmente con la longitud del intervalo. Se empleó un modelo simple de conteo y registro, el cual se acomodaba a los datos y proporcionaba un mecanismo flexible cuyos parámetros pueden fijarse para lograr acuerdos con los sistemas de cronometraje expuestos por Gibbon.

En la investigación anterior, las tasas de respuesta incrementaban a medida que el tiempo se aproximaba a su final, es decir, a medida que se aproximaba el reforzamiento. Estas mismas tasas de respuesta disminuían después de la pausa post-reforzamiento. Los autores utilizaron un modelo autocatalítico de respuestas para explicar los cambios conductuales observados.

Antes de la investigación mencionada Staddon y Frank (1975) encontraron que en los programas de IF, a medida que se incrementaba el criterio temporal, la tasa de respuesta tendía a disminuir y se observaba un patrón de aglomeración de respuestas hacia el medio del intervalo en cuestión. Estos autores emplearon criterios de 12, 60 y 240 segundos. Contrariamente, cuando se expusieron los cuatro pichones a programas de IF con los criterios temporales más cortos, la tasa de respuesta aumentaba y lograba observarse el patrón característico del festón.

Stubbs (1976) corroboró que en los programas de IF, la ejecución es consistente con la perspectiva referente a que el comportamiento es una función del espaciamiento relativo de los eventos en el tiempo. Este autor afirmó que la tasa o la probabilidad de respuesta bajo un programa de IF es más una función del tiempo relativo, y no absoluto, para el refuerzo.

Este autor (Stubbs, 1976) trabajó con tres pichones (*White Carneaux*) en un programa de restricciones temporales, en el que las respuestas en una tecla iluminada con color amarillo en intervalos cortos, eran reforzadas; y las respuestas emitidas en una tecla iluminada con color verde al cabo de intervalos largos, eran reforzadas. Se observó una discriminación clara para cada tecla. Cuando se variaban los intervalos a cantidades intermedias, se observaron ejecuciones aproximadamente iguales en ambas teclas.

En 1988 Wynne y Staddon emplearon cuatro pichones *Columba livia* mantenidos al 80% de su peso ad-libitum en programas de reforzamiento de intervalo fijo. Estos autores establecieron que los pichones son efectivos en la discriminación temporal con criterios mayores de 20 segundos. El estudio tuvo como finalidad el establecimiento de límites en la habilidad para *esperar* apropiadamente bajo distintas condiciones.

En los tres experimentos llevados a cabo por Wynne y Staddon (1988) el tiempo de espera *t* (tiempo que el organismo emite cualquier otra conducta menos la operante) estaba asociado con una tecla de un color y el tiempo de demora *T*, con otra tecla de otro color. En el primer experimento, después de la entrega del reforzador, la única tecla de respuesta se iluminaba con color rojo. El primer picoteo extinguía el color rojo y hacía que éste se tornase verde. No se requería de otra respuesta (estas respuestas fueron registradas, pero no tuvieron consecuencias sobre el programa). Después de un tiempo, *T*, la luz verde se extinguía y dos segundos de reforzador eran permitidos. Después de esto la tecla se tornaba roja de nuevo. El próximo ciclo seguía sin tiempo interensayo. Las sesiones terminaban después de 100 ciclos. Se suponía en principio, que *t* era una función proporcional de *T*. En los experimentos sucesivos, se variaron los parámetros temporales de demora y se mantuvo la discriminación y adaptación temporal a dichos intervalos.

Se concluyó que la regla que relaciona la demora del reforzamiento con *t* no tiene efectos sobre las demoras empleadas porque, todos los promedios de los tiempos de espera yacen sobre la misma función *t* versus *T*. Por lo tanto, el tiempo de entrega de refuerzo pudiera ser un factor crítico. Esto señala una importancia en el rol del reforzador y otros *marcadores temporales* en programas periódicos, que pueden ser ejemplos de control de estímulos inhibitorio o excitatorio y ejemplos marcadores capaces de controlar tiempos de espera largos (alimento) y otros marcadores capaces de controlar tiempos de espera cortos (teclas de colores) (Wynne y Staddon, 1988).

Wynne y Staddon (1992) establecieron que independientemente de cualquier contingencia respuesta-reforzador, las aves, los mamíferos (incluso los humanos, bajo ciertas condiciones) aprenden a posponer respuestas relativas al alimento después de cada entrega de alimento, por un tiempo proporcional al intervalo inter-refuerzo. A esto lo llaman control temporal y fundamentalmente ha sido evidenciado a través del estudio de programas de IF.

El desarrollo del control temporal, según estos autores (Wynne y Staddon, 1992) es lento, por lo que se requiere de varias sesiones para observar su estabilidad. Para comprobar nuevamente lo establecido, instauraron programas de IF en los que variaban diariamente los parámetros temporales (8, 13, 18 y 23 segundos). A pesar de estas variaciones, la pausa postreforzamiento se mantuvo proporcional al tiempo interrefuerzo. Se encontró también que

mientras más cortos eran estos intervalos, el control temporal se adquiría en menos tiempo (es más efectivo); mientras que cuando son más largos, ocurre lo contrario.

En comparación con lo anterior, Higa, Thaw y Staddon (1993) y Higa (1996) establecieron que el desarrollo de este control temporal es un proceso más bien rápido. Estos autores argumentan que durante años se ha prestado atención a la ejecución en estados estables (la ejecución después de muchas sesiones con los mismos parámetros experimentales) y se ha dejado a un lado la dinámica de la discriminación temporal.

En la misma línea, se establece que hay evidencia reciente que apunta hacia un desarrollo rápido de la discriminación temporal bajo ciertas condiciones que permite el estudio de la dinámica de la discriminación. Un ejemplo de esto lo constituye un estudio llevado a cabo por Higa, Wynne y Staddon (1991) quienes trabajaron con pichones en secuencias sinosoidales de intervalos entre alimento, en las que se entrenó a los sujetos en un programa de respuesta demorada. Cada ciclo comenzaba con la entrega de alimento, después de la cual el animal podía esperar por un período de tiempo, *t*, en presencia de una clave roja de respuesta. El primer picoteo cambiaba la clave de rojo a verde. Después de un tiempo, T, en presencia de la clave verde, se entregaba alimento (por 2 seg.), y el ciclo comenzaba otra vez. Cada animal se expuso a una condición larga (30-90seg.) y a una condición corta (5-15 seg.).

En este último estudio se encontró que los pichones podían rastrear intervalos entre alimento dispuestos cíclicamente, lo cual puede interpretarse como una habilidad de las aves para rastrear sistemáticamente intervalo interrefuerzo variables que, a su vez, pueden generalizar más allá de las secuencias específicas. Esta evidencia apuntó hacia la ocurrencia del fenómeno de cronometraje.

Estos autores sugirieron que el mecanismo subyacente puede ser libre de constructos relativos al contexto o a la memoria, ya que simplemente suponen que el pichón ajusta su tiempo de espera a un intervalo (intervalo interrefuerzo) de acuerdo a la duración del intervalo inmediatamente precedente. Wynne y Staddon (1988) llamaron a este proceso *espera lineal*.

En 1993 Cheng y Westwood utilizaron tres pichones (*Columba livia*) llevados aproximadamente al 83%-87% de su peso ad-libitum, para estudiar el fenómeno de cronometraje. Ellos sostuvieron que los animales eran capaces de *llevar el tiempo* en duraciones específicas, con un reloj interno y decidir si responder o no, por medio de la comparación del tiempo transcurrido y un criterio de duración.

La base para su explicación teórica yace en la Teoría Escalar (Gibbon, Church y Meck, 1984, cp. Cheng y Westwood, 1993). Estos autores emplearon un procedimiento de pico y los promedios de los resultados obtenidos fueron efectivamente ajustados a una función gaussiana. Al analizar los ensayos por separado, se encontraron patrones de tasa de respuesta baja-alta-baja, es decir, la tasa sufre un descenso y abruptamente incrementa para luego descender nuevamente.

En 1993 Cheng, Westwood y Crystal resaltaron de nuevo la importancia del estudio de los ensayos por separado en los montajes de pico para detallar el fenómeno y proceso de cronometraje y la adquisición del control temporal. Estos autores replicaron la investigación anteriormente mencionada de Stubbs (1976) en la que se entraban a dos pichones (*White King*) en diferentes duraciones en programas de IF; y finalmente obtuvieron resultados muy parecidos.

Estos últimos autores (Cheng, Westwood y Crystal, 1993) buscaron principalmente apoyar la hipótesis de la varianza de la memoria en el procedimiento de pico. Como su base es netamente cognitiva, ya que emplearon la Teoría Escalar para explicar la ejecución observada, suponen la existencia de procesos memorísticos en este proceso. Cuando se presenta un criterio intermedio a los dos que han sido entrenados, entonces, los animales respondieron aproximadamente igual número de veces a las dos teclas. Este resultado es explicado entonces por el cálculo de un promedio de ambas duraciones ya conocidas por el animal.

Roberts y Boisvert (1998) realizaron cuatro experimentos con pichones (*Columba livia*) en los que demostraron que el procedimiento de pico puede utilizarse también en esta especie para estudiar el fenómeno de cronometraje. Las curvas obtenidas de tiempo pico sugirieron que los pichones pueden contar los intervalos y que, además, pueden transferir esta capacidad a intervalos un poco más largos.

Zeiler y Powell (1994) emplearon también el procedimiento de pico en pichones para estudiar el control temporal. Con cuatro pichones *White Carneaux* se procedió a su entrenamiento en programas de IF que variaban entre los siguientes valores: 1,5 segundos , 15, 30, 60, 120 o 480 segundos; un 25% de los ensayos eran vacíos, en los que la duración del intervalo era el doble del la del IF y terminaba sin reforzador.

Las respuestas de esta investigación se registraron en bins o tasas parciales de respuesta, en el caso de los ensayos de IF, los intervalos fueron divididos en 10 bins y en el caso de los ensayos de pico, en 20 bins. El patrón conductual más común fue el de pausa-aceleración-tasa estable-desaceleración. Los cuartos de vida del inicio de los ensayos, siempre excedió el 50% y tendió a incrementar con duraciones más largas, lo cual quiere decir, que la mayor cantidad de respuestas estuvo concentrada entre los bins 6 a 10. Los cuartos de vida de los ensayos finales, cuando los intervalos eran cortos, las respuestas se concentraban al inicio del intervalo pero, cuando los intervalos incrementaban, los cuartos de vida estaban cerca del 175%.

Estos autores concluyeron que las propiedades cuantitativas del control temporal dependen del aspecto conductual a considerar, que puede ser: (a) la duración inicial de la pausa; (b) el punto de máxima aceleración en la respuesta; (c) el punto de máxima desaceleración; (d) el punto en el cual la respuesta se paró, y otros.

Zeiler y Powell (1994) establecieron la raíz de la investigación que se ha venido describiendo, que el comportamiento en el procedimiento de pico no igual al comportamiento obtenido a través de programas de IF que carecen de ensayos vacíos. En investigaciones diversas, los coeficientes de variación suelen incrementar cuando se trabaja con intervalos largos, cosa que puede relacionarse con la ley de Weber; esto no sucedió en la presente investigación, más bien los coeficientes de variación tendieron a decrecer con intervalos largos. En este punto la Teoría Escalar falla en la explicación de este fenómeno.

Estos autores (Zeiler y Powell, 1994) ofrecen otra perspectiva para dar cuenta de sus resultados, la evolutiva ecológica. Este punto de vista ayuda a explicar las diferencias en el control temporal en cuanto a las distintas especies y además establece que el control temporal visto en el laboratorio, refleja procesos que pueden haber influido la sobrevivencia y constitución en la historia de las especies. Por ejemplo, el control temporal puede

observarse en la regularidad con que las madres alimentan a sus crías, en el tiempo que tarda un animal en esconderse o huir de un depredador, o en atrapar a su presa.

Para dar cuenta de estas propiedades encontradas tanto en pichones como en ratas, Roberts y Boisvert (1998) emplearon el modelo propuesto por Meck y Church anteriormente mencionado. Este modelo incorpora el modelo escalar de Gibbon a un proceso de conteo. Dicho proceso de conteo se realiza en animales a base de *numerones,* los cuales se refieren a estados sucesivos de un proceso neural interno que actúan como etiquetas numéricas. Solamente los humanos han asociado etiquetas verbales a los *numerones*.

Autores como Rakitin, Penney, Gibbon y Malapani (1998) también han llevado a cabo investigaciones sobre el fenómeno del cronometraje en humanos. En esta investigación, los autores evaluaron las propiedades del reloj interno, la memoria temporal y los procesos de decisión usados para contar duraciones cortas. Esta investigación se llevó a cabo con estudiantes con edades entre los 19 y los 28 años que aprendieron a responder ante un procedimiento de pico con intervalos de 12 segundos y 21 segundos. Las respuestas ante dicho procedimiento permitieron concluir que, al igual que sucede en otras especies como ratas y pichones, en la conducta humana se mantiene la propiedad escalar del cronometraje de intervalo.

En el estudio de Lowe y Harzem (1977), que pretendía evaluar la diferencia en el control temporal entre pichones y ratas, los autores instauraron programas de IF y programas de tiempo fijo (programas en los que la entrega del reforzador al final de cada intervalo es independiente de las respuestas de los animales). Los resultados obtenidos en los programas de IF pusieron de manifiesto que el fenómeno de cronometraje se daba en ambas especies, es decir, en ambas se evidenció el festón del IF cuando se utilizaban intervalos de 30 segundos. Además, en ambas especies, las duraciones de las pausas postreforzamiento estaban directamente relacionadas con la duración del intervalo interreforzamiento programado.

Adicionalmente, Lowe y Harzem (1977) constataron tres diferencias importantes en la ejecución de ratas y pichones bajo estos programas de reforzamiento. Estas diferencias fueron: (a) en muchos de los casos, las ratas no respondían ante el reforzamiento que era independiente de la respuesta, mientras que los pichones lo hacían de forma elevada; (b) la

ejecución de las ratas en programas de IF mostró sensibilidad a factores temporales, cosa que no ocurrió con los pichones; y; (c) en las ratas, la máxima ejecución en programas de IF mostró una diferencia clara con el parámetro evidenciado en los pichones.

Los resultados anteriores evidencian la existencia de semejanzas y diferencias en el control temporal de ambas especies, lo que puede llevar a plantear la comunalidad en el proceso general con diferencias cuantitativas entre especies. Wynne y Staddon (1992) también afirmaron la capacidad de ambas especies para adaptarse a criterios temporales fijos.

Roberts y Mitchell (1994) afirmaron también que se ha encontrado evidencia considerable acerca del fenómeno de cronometraje tanto en roedores como en pichones. Además apoyan tanto las similitudes como las diferencias encontradas en varios procedimientos experimentales.

Una posible explicación que dan Lowe y Harzem (1977) a la obtención de las diferencias en la ejecución de ambas especies es en principio, una explicación de arraigo metodológico, ya que acuden a la naturaleza de la respuesta escogida para el estudio: en ratas la opresión de palanca y en pichones el picoteo de una tecla. Esta última la consideran como una respuesta consumatoria a diferencia de la otra. Por lo anterior, establecen que un estímulo de naturaleza consumatoria elicita más fácilmente una conducta consumatoria.

Higa y Pierson (1998) y Higa (1996) evidenciaron el control temporal mantenido por pichones y ratas a través de entrenamientos en programas de intervalo fijo en los que variaban en criterio temporal para observar los cambios en la tasa de respuesta. Se encontró que las transiciones no se evidencian de manera inmediata , sino más bien gradualmente. Esto se atribuyó fundamentalmente a la dinámica del comportamiento asociada a las transiciones en la duración del tiempo interrefuerzo, y a que los efectos de los intervalos iniciales pueden acumularse y combinarse a medida que el entrenamiento progresa, para alterar el control temporal.

Estos autores encontraron diferencias en las transiciones de acuerdo a las duraciones de los criterios de IF y dependiendo de la especies. En el caso de los pichones (*Columba livia*), Higa (1996) realizó un experimento en el que intercaló series intervalos fijo de cinco segundos, con series de intervalos de 15 segundos. La duración de la pausa

postreforzamiento disminuyó sustancialmente después de los intervalos más cortos y permaneció así durante los intervalos de cinco segundos. Más adelante, cuando los intervalos cambiaron a 15 segundos, las pausas postreforzamiento disminuyeron gradualmente. Entonces, las pausas postreforzamiento disminuyeron y fueron lentas en su recuperación de niveles previos. Por lo tanto las pausas postreforzamiento no son solamente sensibles a los cambios recientes en los criterios temporales sino, también son sistemáticamente dependientes de los criterios temporales más remotos.

Por otro lado Higa y Pierson (1998) llevaron a cabo un experimento en el que se entrenaron cinco ratas de la cepa *Sprague Dawley* en series de programas de IF, de 60 segundos pasaban a 15 segundos y finalmente, retornaban a los 60 segundos. En este caso, ante intervalos cortos (15 segundos) las pausas postreforzamiento tendieron a disminuir y cuando el criterio cambiaba a 60 segundos, tendió a incrementar gradualmente a lo largo de los intervalos. Lo anterior indicó que un conjunto de intervalos relativamente cortos tuvo efectos que persistieron sobre una serie de intervalos subsecuentes.

En cuanto a los vertebrados ectodérmicos, la mayor parte de las investigaciones en reptiles se han llevado a cabo con tortugas; esto probablemente sea debido a su accesibilidad, más que a consideraciones taxonómicas particulares (Hayes y Ireland, 1978). Han sido comunes los estudios de comportamientos visualmente guiados en las tortugas, ya que esta capacidad sensorial se encuentra bastante desarrollada y les permite adaptarse a sus ambientes.

De acuerdo a Font (1996), muchos reptiles operan en una escala temporal más lenta que la de la mayoría de los vertebrados endodérmicos. Sin embargo,

> cuando la temperatura, el tipo de alimento preferido y la frecuencia de alimentación, ritmos estacionales, y otros factores relacionados con su biología son tomados en consideración, los reptiles son capaces de aprender tareas relativamente complejas. En general no existe ningún tipo de problema que sean capaces de resolver todas las aves y todos los mamíferos y que exceda la capacidad de aprendizaje de cualquier reptil (p.234).

Yerkes (1904) realizó estudios de percepción de la profundidad en tortugas *Chrysemys picta bellii* y encontró que dicha percepción es algo precaria, ya que son tortugas

semi-acuáticas. Encontró que este mismo género de quelonios no se mueve mientras tiene los ojos cerrados. También se han realizado estudios con tortugas en laberintos (Granda y Maxwell, 1978; Tinklepaugh, 1932). Específicamente, Granda y Maxwell (1978) describen ciertas técnicas de aprendizaje en laberintos y técnicas operantes. Dentro de estas últimas, se han utilizado procedimientos en los que los animales oprimen una palanca o una tecla, encontrándose que estos animales se ven particularmente atraídos por manipulanda de color rojo (Laurent, 1983).

Adicionalmente, Pert y Gonzalez (1974) realizaron cuatro experimentos de recompensa y aprendizaje con tortugas *Chrysemys picta picta* y encontraron una relación positiva entre la magnitud de la recompensa y la resistencia a la extinción, y un gradual decremento de la respuesta como función de una reducción abrupta de la magnitud del refuerzo. Según estos autores, estos patrones son análogos a los obtenidos en peces, pero son bastante diferentes de los obtenidos en experimentos análogos realizados con ratas. Estos autores apelan a las diferencias filogenéticas en el aprendizaje para explicar estas conductas.

Uno de los estudios considerados como más representativo de cara a la presente investigación es el realizado por Lejeune y Wearden (1991), quienes realizaron un extenso trabajo comparativo de la respuesta ante programas de IF. En dicho estudio se midió de forma precisa el control temporal de diferentes especies: ratones, tortugas de agua dulce (*Pseudemys scripta elegans*), tórtolas (*Streptotelia risoria*), pichones, gatos, ratas y peces, y además incorporaron los resultados de otras investigaciones llevadas a cabo con monos. El proceso de cronometraje fue evaluado a través de un coeficiente de variación (desviación estándar de la curva /localización del pico). Los valores más bajos de estos coeficientes de variación indican un elevado control temporal y dichos valores se evidenciaron en los datos obtenidos en gatos, ratas, ratones y monos. En contraposición, los valores más elevados, indican una pobre calidad de control temporal, y se encontraron en pichones, peces, tórtolas y, finalmente, en tortugas.

Estos autores tomaron premisas de un modelo escalar del cronometraje para explicar las diferencias halladas entre especies, además de una consideración importante de la teoría anagenética; pero finalmente, propusieron un nuevo modelo que sugiere que las distintas especies probablemente difieren en la capacidad cronométrica subyacente y que también existen otros procesos (catalogados como no cronométricos) que son responsables de los

coeficientes de variación más altos. Estas últimas respuestas que indican un menor control temporal no son lo suficientemente altas como para obviar los procesos de cronometraje y la existencia de una sensibilidad uniforme al paso del tiempo en todas estas especies.

También Fernández y Arias (1993), después de una revisión de varios trabajos con diferentes especies en cuanto a la ejecución en programas de IF, encontraron que los insectos carecen de regulación temporal, las tortugas poseen una escasa regulación y otros animales como los pichones, las ratas y los monos, evidencian mayor control ante parámetros temporales.

Richelle y Lejeune (1984) hicieron una comparación en diferentes niveles de la escala filogenética en el cronometraje. Dentro de este estudio comparativo estaban las siguientes especies: ratones silvestres, ratones de laboratorio, gatos, ratas, pichones, lemures, peces tropicales, palomas, tortugas de agua dulce y *Perodictus potto* (especie de prosimio). Los resultados sugieren diferencias significativas que pueden relacionarse con su estatus evolutivo.

Los resultados obtenidos en esta investigación manifiestan que los gatos, ratas y ratones obtuvieron un índice de curvatura alrededor de .70, los lemures tienen una puntuación entre .40 y .50 y el prosimio obtuvo una puntuación muy pobre. Seguidamente las aves con puntuaciones intermedias, luego los peces con índices menores aún y finalmente las tortugas con el índice más bajo.

Richelle y Lejeune (1984) hacen énfasis en la equivalencia de las situaciones para hacer posible la comparación, en el sentido de si la respuesta de opresión de palanca en la rata puede considerarse con el mismo estatus que el picoteo en el pichón. Igualmente cómo saber si los intervalos empleados y la demora es igual para todas las especies y también el valor de los reforzadores para cada especie según su biología y su ambiente. Esto sólo puede discernirse a través de la investigación y la acumulación de evidencia.

En vista de los diversos resultados experimentales que evidencian, por una parte, la existencia del fenómeno de cronometraje en todas las especies mencionadas, y por otra, la existencia de diferencias entre especies en el comportamiento en el fenómeno de cronometraje, el objetivo de la presente investigación es establecer comparaciones entre el

comportamiento de dos ratas de la cepa *WKY*, dos pichones *Columba fasciata* y el de dos tortugas del género *Chrysemys picta bellii* en el fenómeno del cronometraje. Todo esto a través de la instauración del procedimiento de pico.

3. MÉTODO

3.1. Problema

¿Qué semejanzas y diferencias hay en el comportamiento de los vertebrados endodérmicos y el de los vertebrados ectodérmicos en el fenómeno del cronometraje?

3.2. Hipótesis

a) El fenómeno del cronometraje se evidenciará a través de la aparición del festón del IF y de la tasa vértice, tanto en organismos endodérmicos como en organismos ectodérmicos.

b) Las respuestas emitidas por las ratas, como vertebrados endodérmicos, serán homogéneas, es decir, se espera encontrar una menor dispersión en la distribución de dichas respuestas y un mayor ajuste al intervalo establecido por el experimentador.

c) Las respuestas emitidas por los pichones, como vertebrados endodérmicas se ubicarán entre las respuestas emitidas por las ratas y las respuestas emitidas por las tortugas, es decir, que se espera encontrar una dispersión intermedia entre las dos especies anteriormente mencionadas.

d) Las respuestas emitidas por las tortugas, como vertebrados ectodérmicos serán menos homogéneas que las emitidas por los vertebrados endodérmicos, es decir, que se espera encontrar una mayor dispersión en la distribución de respuestas de los organismos ectodérmicos, y un menor ajuste al intervalo establecido por el experimentador.

3.3. Variables

3.3.1. Variables Independientes

a) Momento de entrega del refuerzo: definido como el criterio temporal que transcurre antes de la proporción del refuerzo en el programa de IF, y justo después de transcurrido, la primera emisión de respuesta es reforzada. Con las ratas se empleó durante la obtención de la línea base un criterio temporal de IF de 30 segundos y posteriormente se aumentó a 90 segundos. Con las palomas, se empleó un criterio inicial de 25 segundos, que

posteriormente se aumentó a 50 segundos. Con las tortugas, el criterio inicial fue de 20 segundos y se aumentó a 40 segundos.

b) Especie: es un agregado reproductivo de poblaciones aisladas que pueden reproducirse entre ellos porque comparten los mismos mecanismos de aislamiento (Mayr, 1998). En esta investigación se trabajó con tres especies: (a) dos ratas machos de la cepa *WKY* como vertebrado endodérmico, es decir, cuya temperatura es autorregulada; (b) dos palomas machos, *Columba fasciata*, también como vertebrados endodérmicos; y (c) dos tortuga machos del género *Chrysemys*, especie *picta bellii*, como vertebrado ectodérmico, es decir, cuya temperatura corporal está regulada por la temperatura del ambiente.

3.3.2.- Variable Dependiente

La tasa de respuesta, entendida como una medida cuantitativa de la conducta que se conforma por el número de respuestas con respecto al tiempo (Skinner, 1975). En el presente estudio, la tasa de respuesta fue definida como el número de opresiones de palanca ejecutadas por las ratas durante las sesiones experimentales. En el caso de las aves, la respuesta fue el picoteo de teclas que se alumbraron en la caja respectiva. Las tortugas oprimieron una palanca con algunas de las patas. Se registraron tasas parciales o *bins*, en los dos primeros casos, ya que los intervalos fueron divididos en diez partes iguales para observar con mayor detenimiento el desarrollo del festón.

También se registraron los tiempos acumulados de emisión de respuesta desde el inicio de cada ensayo de pico, que son una medida en tiempo real de los intervalos entre las respuestas sucesivas. Estas respuestas permiten apreciar la dispersión de las distribuciones. Durante el trabajo con los vertebrados endodérmicos estas medidas fueron llevadas a cabo en una escala de milisegundos y en el caso de los vertebrados ectodérmicos en segundos, que fueron transformados en milisegundos finalmente para efectos de análisis comparativo.

3.3.3.- Variables a controlar

La manipulación directa de las variables independientes, definitoria de la investigación experimental, fue una estrategia empleada, (Kerlinger, 1988; Sidman, 1973). También se mantuvieron constantes las variables: iluminación, temperatura, sonido, alimentación (para cada especie), peso, sexo y edad. La aleatorización de los ensayos de IF y de procedimiento de pico, permitieron que se midiera lo que realmente se quiso, que es el cronometraje, y de este modo no se creó un patrón de estímulos predecible para los organismos. El orden de introducción de los organismos a las cajas se mantuvo constante y cada uno fue asignado a una misma caja.

3.4.- Sujetos

Se utilizaron dos ratas de la cepa *WKY*, obtenidas del bioterio del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Durante la primera semana de habituación, se mantuvieron *ad libitum* y posteriormente fueron llevadas al 90% de su peso con ratarina y se les proporcionó agua *ad libitum* con un complemento vitamínico (Dayamineral). Las ratas fueron mantenidas individualmente en habitáculos en el Laboratorio de Condicionamiento Clásico y Operante (L. C. C. O.) del Instituto de Psicología de la Universidad Central de Venezuela.

Se mantuvieron en proceso de habituación dos palomas *Columba fasciata* con alimento compuesto de una mezcla de granos partidos de maíz, arvejas, arroz, alpiste y grava, y agua *ad libitum*. Luego se llevó a cabo el proceso de privación al 90% de su peso. Estos animales se conservaron individualmente en habitáculos en el L. C. C. O.

También se emplearon dos tortugas *Chrysemys picta bellii* obtenidas por vías particulares, alimentadas con comprimidos a base pescado y mantenidas en hábitats con un medio terrestre y acuático en el mismo laboratorio mencionado con anterioridad. Todos los sujetos fueron machos y experimentalmente ingenuos.

Después de empleadas, las ratas y los pichones fueron empleados para investigaciones posteriores. Por otro lado, las tortugas fueron donadas.

3.5. Diseño de investigación

3.5.1. Descripción

Se empleó un diseño intrasujeto (Arnau, 1990), en el que primero se estableció la línea de base o conducta estable en el tiempo, mediante la instauración de un programa de reforzamiento de intervalo-pico, es decir, un número aleatorio de ensayos de IF de 30 segundos (en todos los casos), cada uno ocurrirá con una probabilidad de .8 y un número aleatorio de ensayos de pico de 60 segundos (en cada especie) más un componente aleatorio, ocurrieron con un probabilidad de .2. Una vez alcanzada esta línea base, se aumentó el criterio de IF a 90 segundos, incrementándose de esta manera la duración del ensayo de pico, que resultó ser de 180 segundos más el componente aleatorio correspondiente.

A través de los ensayos de IF, pudo apreciarse el patrón de ejecución llamado festón y dentro de los ensayos de pico, el patrón de extinción del mismo, ya que durante estos ensayos se omitió el reforzador, razón por la cual son llamados ensayos vacíos (Roberts, 1981; Shettleworth, 1998).

3.5.2. Diagrama o esquema

SUJETOS	LÍNEA BASE (A)	SESIONES	TRATAMIENTO (B)	SESIONES
Sujetos 15 y17 (ratas WKY)	IF30/TV(pico)60	15	IF90/TV(pico)180	15
Ferster y Skinner II (pichones *Columba fasciata)*	IF30/TV(pico)60	15	IF90/TV(pico)180	15
Tortugas I y II (*Chrysemys picta bellii)*	IF30/TV(pico)60	15	IF90/TV(pico)180	15

3.6. Procedimiento

3.6.1. Instrumentos

a) Dos equipos de programación de estado sólido marca *Coulbourn* mediante los cuales se realizó la programación de todo el procedimiento de pico para los experimentos llevados a cabo con los vertebrados endodérmicos. A través de este equipo se cuantificaron: (1) el número de respuestas dadas en cada ensayo; (2) el número de reforzadores proporcionados en cada sesión; y (3) las tasas de respuesta parciales o *bins*.

b) Este equipo posee una impresora térmica multicanal por medio de la cual se recolectaron los tiempos acumulados en milisegundos de los ensayos de procedimiento de pico.

c) Dos cajas de Skinner modulares marca *Coulbourn,* con una palanca y comedero respectivo en el caso de las ratas y teclas iluminadas y comedero respectivo en el caso de las palomas, también con el dispositivo para escuchar el tono.

d) Gabinete tipo casillero marca *Hoeltge Inc. Cincinnati*, Ohio 45238, con capacidad para 35 habitáculos individuales de 20×24×18cm. con tres paredes de aluminio y piso y pared frontal de reja de acero inoxidable.

e) Balanza electrónica de precisión A and D. Co. Limited, capacidad 1200 g. por 0,1 g. EK-1200 A.

f) Receptáculo redondo de aluminio para pesar a las ratas.

g) Acuario ambientado con rocas, agua dulce (aprox. 5 cm. con una solución de Ca) y plantas de 36×21X 12 donde se conservó a las dos tortugas.

h) Caja de fabricación casera para el experimento con organismo ectodérmicos, construida con plexiglas y una palanca de aluminio con un extremo de color rojo ya que se ha encontrado que existe una sensibilidad especial para este color por parte de las tortugas en cuestión (Armington, 1954, Laurent, 1983).

3.6.2. Operaciones

a) Las ratas fueron obtenidas durante el mes de septiembre de 1999 y se expusieron a dos semanas de habituación durante las cuales se mantuvieron conservadas en habitáculos individuales con alimentación *ad libitum* y ¼ de hoja de papel de periódico para contribuir con el enriquecimiento de su ambiente.

b) Se tomó el peso de cada una de las ratas durante cinco días a la semana por estas dos semanas de habituación, aproximadamente a la misma hora (10:00am.).

c) Se promediaron estos pesos *ad libitum* y se calculó el 90% del peso de cada una de las ratas para llevar a cabo la privación. Se estableció un rango dentro del cual podía considerarse que el peso se acercaba al adecuado. La privación se llevó a cabo por dos semanas, en las cuales se alimentaba a cada animal con cantidades que oscilan entre 8 y 15 gramos de ratarina. Si el animal está por encima de su rango respectivo, se le suministran 8g. , si se encuentra dentro del rango, 10g.; y si está por debajo, 15g. Los viernes se les deja raciones cuádruples de alimento.

d) Una vez alcanzado el 90% de su peso o un peso dentro del rango establecido, se procedió a llevar a cabo la fase de moldeamiento que consistió en reforzar progresivamente las conductas que se aproximen a la conducta de opresión de palanca (Pryor, 1985). En este caso, en primer lugar, se logró que las ratas se aproximaran al comedero y finalmente a la opresión de palanca. Esta fase duró una semana y su finalización se demarcó por alcanzar una ejecución de RF1.

e) Después del moldeamiento, comenzó la recolección de los datos para la obtención de la línea de base bajo un programa de pico-intervalo, que se divide en un número aleatorio de ensayos de IF de 30 seg., que tiene una probabilidad de ocurrencia de .8 y un número aleatorio de ensayos de pico que poseen la duración doble de los ensayos de IF (60 seg.) más un componente aleatorio. Cada ensayo de IF y cada ensayo de pico, fueron señalados por un tono. Cada animal se mantuvo en la caja de Skinner mientras corría dicho programa durante 30 seg. la primera semana y durante una hora cada uno en la segunda semana. El experimento se corrió cinco días a la semana, aproximadamente a la misma hora (desde las 2:00 pm. hasta las 3:00 pm.). Cada rata fue asignada a una misma caja, para controlar los efectos del orden. Las ratas fueron reforzadas por acceso durante

tres segundos a una solución de leche condensada y agua (preparada en una proporción de 75% leche condensada y 25% de agua).

f) Una vez recogida la línea base durante dos semanas, se procedió a incrementar el criterio de IF a 90 seg., por ende la duración de los ensayos de pico será de 180 segundos más el componente aleatorio, manteniendo la probabilidad de ocurrencia de los ensayos. Los ensayos continuaron siendo señalados con un tono. Cada animal estará en la caja de Skinner durante una hora mientras corre dicho programa, un mes. Se mantuvieron las horas para correr el experimento y el orden asignado a las ratas con respecto a las cajas.

Se realizó el mismo procedimiento con las aves, sólo que éstas llevan a cabo la conducta operante (picoteo de tecla iluminada con luz roja) por automoldeamiento y se mantuvieron los criterios temporales. Las palomas fueron mantenidas con una mezcla de granos de maíz, arvejas, arroz partidos, grava y alpiste y además *agua ad libitum*. Este experimento se corrió en dos turnos, en la mañana (10: 00 am. a 11:00am.) y en la tarde (3:00 pm. a 4:00pm.), cinco días por semana. Las aves fueron reforzadas por acceso durante cinco segundos a la mezcla de granos mencionada con anterioridad.

En el caso de las tortugas, se mantuvieron los criterios temporales. Las tortugas fueron alimentadas con compuestos a base de pescado y a diferencia de los organismos endodérmicos, el experimento con las tortugas fue corrido siete veces por semana durante un mes. El reforzador en este caso consistió en la proporción de un *pellet* de compuesto de pescado hasta su consumo total. La privación, como en los casos anteriores se llevó a cabo antes de comenzar las rutinas experimentales. Se llevó al animal al 90% de su peso *ad libtum*.

3.6.3. Análisis de los datos

Los datos recolectados para cada especie fueron: (a) el número de ensayos de pico; (b) las respuestas emitidas durante los ensayos de IF; (c) el número de reforzadores durante los ensayos de IF; (f) el número de respuestas parceladas o tasas parciales de los ensayos de IF o *bins*, que corresponden a diez divisiones exactas de cada intervalo y; (f) los tiempos acumulados de la emisión de respuestas desde el inicio de cada ensayo de pico, medidos en milisegundos para los vertebrados endodérmicos y en segundos para los ectodérmicos.

En cuanto a la estructura de la base de datos, se realizó una matriz variable por sujeto en la que se vaciaron los datos de cada sujeto (cada sujeto por separado, en total cuatro sujetos) que son una función de la ejecución de los mismos. Primero se llevó a cabo el análisis gráfico de los festones obtenidos para cada fase por sujeto.

Luego, se llevó a cabo un análisis cuantitativo por medio de una medida llamada cuarto de vida. Esta medida consiste en el cálculo del percentil 25 para la distribución de los diez bines acumulados que debe resultar el 50% o ligeramente mayor que el intervalo fijo correspondiente (Sidman, 1973).

Además de calcular los estadísticos descriptivos como media, mediana, desviación y cuartiles de las distribuciones obtenidas de los tiempos acumulados por cada ensayo de pico de cada sujeto. A partir de estas medidas se construyeron gráficos semilogarítmicos para hacer posible la comparación entre especies.

3.7. Consideraciones éticas

El trabajo con animales de laboratorio requiere tomar en cuenta una serie de principios éticos que expone formalmente la Asociación Americana de Psicología (1990). Tomándose en cuenta estas medidas, se hace constar que para esta investigación se han empleado animales con la finalidad de avanzar en la comprensión de principios básicos del aprendizaje, en este caso particular en el fenómeno de cronometraje que ha venido siendo trabajado de esta misma manera desde hace muchos años (CARE, 1985).

En principio, debe precisarse que los animales empleados para esta investigación fueron adquiridos por vías legales y mantenidos por personas expertas en el área. Además su manipulación, alimentación y cuidado ha sido respetados regularmente (Martin y Bateson, 1991). Los animales son mantenidos en hábitats ambientados para su bienestar, es decir, con los recursos necesarios para mantener su salud y enriquecimiento a través de la adición de hojas de papel periódico, que han demostrado ser enriquecedores eficaces del ambiente (Bradshaw y Poling, 1991).

En el caso de las ratas, fueron transportadas en habitáculos ambientados y con los recursos suficientes para su bienestar, desde el lugar de origen, hasta el laboratorio. Al

finalizar el experimento, las ratas serán sacrificadas a través de un método que asegura no causarles dolor y que está aprobado por el M.S.A.S.

Las aves fueron obtenidas legalmente en un distribuidor avícola (Avifauna) en el Mercado de Quinta Crespo. Estos animales fueron manipulados por medio de los procedimientos que aseguran su bienestar y seguridad y mantenidos en un peso que no altera su función biológica (Poling, Nickel y Alling, 1990). El alimento ha sido escogido de forma de mantener una dieta que les permita crecer adecuadamente. Estos animales después de la presente investigación serán mantenidos en el L. C. C. O. para trabajos posteriores.

Por otro lado, se han tomado las medidas necesarias para construir un hábitat lo más parecido a su original para las tortugas, con ambiente acuático y terrestre además de plantas y rocas y el calcio necesario para su mantenimiento sano; y allí son mantenidas. De igual modo, se alimentan periódicamente y se manipulan adecuadamente. Al finalizar el experimento, serán donadas a una asociación conservacionista (AUDUBON de Venezuela).

En cuanto a los procedimientos experimentales utilizados, en ningún momento se atenta contra la seguridad y bienestar del animal, ya que sólo requieren de la emisión de respuestas aprendidas (opresión de palanca y picoteo de teclas) dentro de unas cajas especialmente diseñadas que a su vez proporcionan seguridad al animal. Además el proceso de privación ha sido investigado y no ha resultado ser tan amenazante como parece (Poling, Nickel y Alling, 1990).

4.- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Se procederá a presentar los resultados y su análisis respectivo en el orden de los experimentos de procedimiento de pico, siendo el primero realizado con las ratas *WKY*, el segundo con el pichón *Columba fasciata* y el tercero con la tortuga *Chrysemys picta bellii*. Para las dos primeras especies, primero se expondrán los resultados que evidencian la discriminación temporal en los ensayos de IF a través de las tasas parciales, los festones y los cuartos de vida. Seguidamente, para las tres especies, se muestra el análisis descriptivo de los tiempos de la emisión de las respuestas desde el inicio de cada ensayo de pico.

Los tiempos de la emisión de las respuestas desde el inicio de cada ensayo son medidas de tiempo real, se hicieron en milisegundos y consisten en tiempos que inician desde cero a partir del inicio de cada ensayo de pico, y se registra este transcurso de tiempo cada vez que el animal emite una respuesta, de modo que por cada ensayo hay una serie de medidas en milisegundos acumuladas desde cero hasta el final del intervalo correspondiente a cada ensayo. Finalmente se realizó el análisis comparativo entre especies.

La replicación entre sujetos suele llevarse a cabo cuando un experimento ha sido realizado con un solo organismo y quiere eliminarse el riesgo de que su comportamiento haya sido una excepción (Sidman, 1973). Sin embargo, este autor ha aclarado que esto se realiza según el juicio del investigador sobre la adecuación de las técnicas que emplee.

El experimento 1 fue llevado a cabo con dos ratas por lo anterior, para verificar si una misma preparación experimental, mantenido constantes las mismas variables y con la manipulación exacta, daban resultados parecidos. Con los dos pichones originales, con uno fue imposible lograr el moldeamiento, por lo tanto, se hizo con otro, pero se contrastó su ejecución con otras preparaciones iguales o parecidas y efectivamente hay generalidad. En el tercero se hizo solamente con una tortuga por razones operativas y de tiempo, y también se contrastó con otras ejecuciones.

4.1. Experimento 1

El primer experimento tuvo como objeto mostrar la discriminación temporal en un programa de procedimiento de pico en dos ratas WKY (sujeto 15 y sujeto 17). Este

programa es una sencilla variación del programa de IF, en la cual se intercalan aleatoriamente ensayos de IF (p=0.8) y ensayos de pico (p=0.2) que tiene una duración que duplica al IF más un componente aleatorio, es decir, un tiempo aleatorio (TV) y en los que no se proporciona reforzador (Catania, 1970; Roberts, 1981, 1982).

4.1.2. Tasas parciales y festones

Las tasas parciales resultan de la división del intervalo fijo en la primera fase (20/10/1999 a 29/10/1999, ver Anexos B1 y B2) que serán llamados *bins* a partir de este momento. Estas tasas parciales o *bins* fueron diez de tres segundos cada uno, ya que corresponde a un criterio fijo de 30 segundos. En la segunda fase (29/11/1999 al 17/12/1999) las divisiones corresponden al número de respuestas emitidas por diez *bins* de 9 segundos cada uno, ya que el criterio fijo para esta fase fue de 90 segundos.

Estas tasas parciales se registraron en contadores mecánicos del *rack* de programación que estaban conectados con la caja de Skinner donde los animales emitían directamente sus respuestas. Posteriormente estos datos fueron transcritos en una base de datos construida en *Excel 97*.

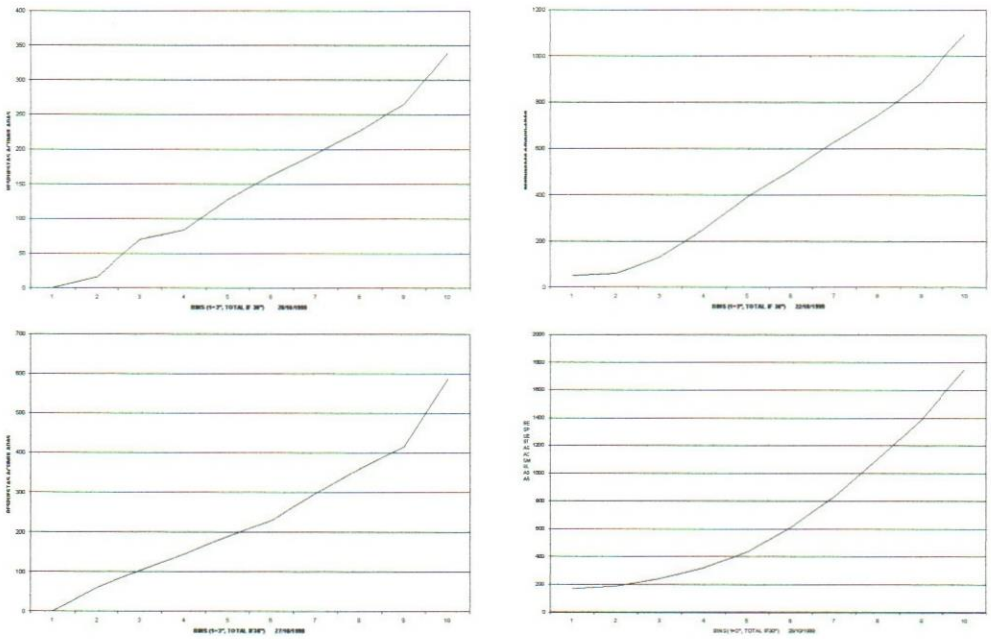
Con estas tasas parciales, o número de repuestas emitidas por cada fracción del intervalo, acumuladas sobre el tiempo total del intervalo, es posible observar la formación del festón del IF. Este festón es la porción positivamente acelerada del registro acumulativo de las respuestas sobre el tiempo (Ferster y Skinner1957).

Durante las primeras sesiones de cada fase, las respuestas se distribuyeron de forma variable a lo largo de los intervalos. La ejecución se hizo progresivamente más estable a medida que fueron transcurriendo cada una de las fases. Para la primera fase o componente, se llevaron a cabo 15 sesiones experimentales (una cada día, durante cinco días a la semana) de una duración de 60 minutos cada una. Se muestra la ejecución de las ocho últimas sesiones para el componente A o línea base y la ejecución de quince sesiones para el componente B.

Puede apreciarse que a medida que transcurrieron las sesiones, la emisión de opresión de palanca se concentró hacia el final del intervalo fijo. Cuando inicia el intervalo

se emiten menos respuestas y a medida que se acerca el momento del reforzamiento, la probabilidad de respuesta aumenta y el número de las mismas también (Skinner, 1938/1975).

Para realizar un análisis más detallado del aprendizaje de la discriminación temporal, se muestran a continuación los festones de la primera fase para el sujeto 15.



Grupo de gráficos 1. Festones Fase A Sujeto 15

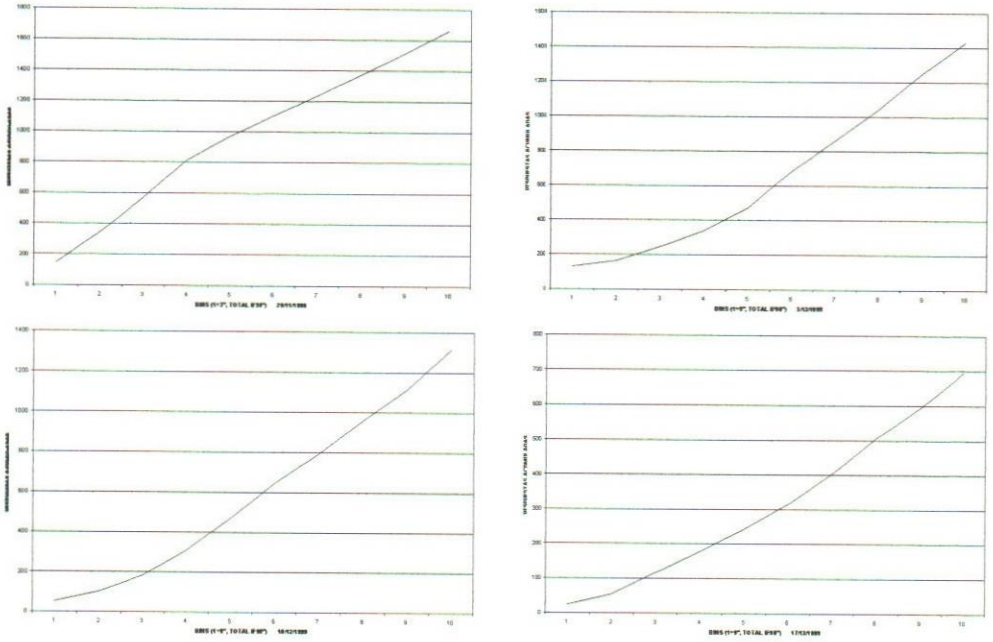
Este conjunto de gráficos muestra la formación del festón durante la primera fase (IF30/TV60). Cada gráfico muestra los resultados por sesión durante los ensayos de IF. Fueron seleccionadas: la primera sesión, dos intermedias y la última, cada una con su fecha respectiva en el eje *x*, para mostrar el aprendizaje de la discriminación temporal hacia el final de los 30 segundos.

En todos los gráficos el eje *y* representa el número de respuestas emitido por sesión, cada sesión de 60 minutos, y el eje *x* representa los *bins*. En este caso cada *bin* representa 3 segundos del IF (en el gráfico, 1=3 segundos, para llegar al total de 30 segundos del criterio fijo en la fase A).

Puede apreciarse que la precisión de la discriminación se agudizó en la última sesión. La variabilidad en las respuestas disminuye, y la probabilidad de opresión de palanca aumenta a medida que el intervalo fijo transcurre.

Los resultados mostrados en el conjunto de gráficos anterior corresponden a sesiones completas, es decir, que los *bins* resultan ser conjuntos de respuestas de todos los ensayos de IF de cada sesión. El festón resulta de este conjunto de datos, es una ejecución global del sujeto. A pesar de esto, para cada ensayo, se evidenció este patrón de aceleración positiva.

En la fase B (IF90/TV180) el sujeto 15 tuvo el siguiente desarrollo del patrón del festón del IF:

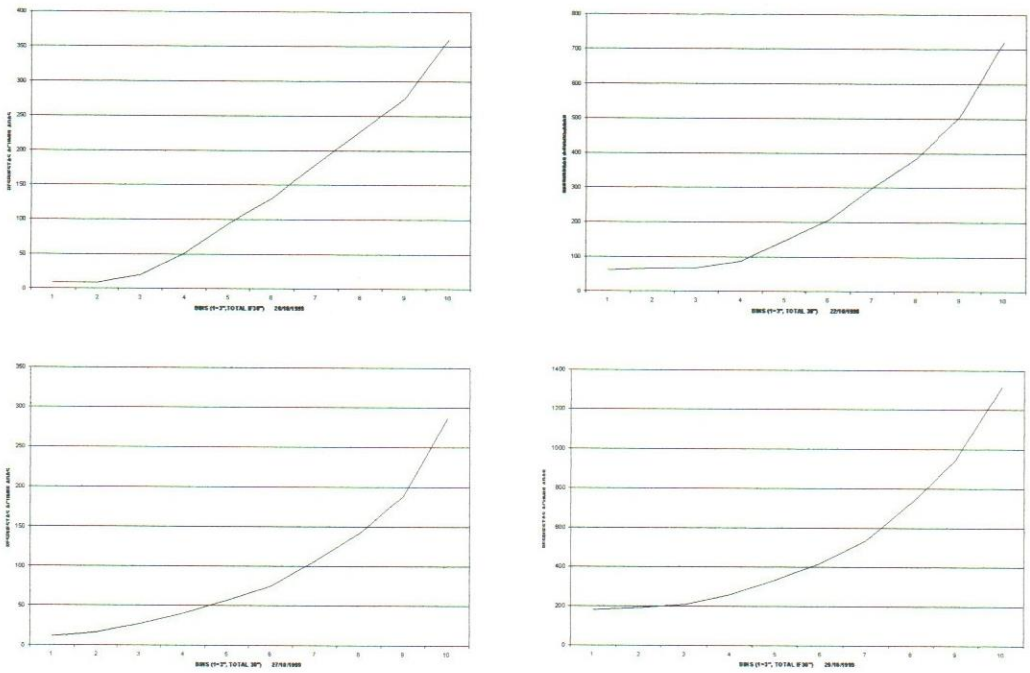


Grupo de gráficos 2. Festones Fase B Sujeto 15

Para la lectura de estos gráficos, el eje *x* representa los *bins*, en este caso cada *bin* es de nueve segundos, ya que el criterio para la fase B fue de 90 segundos (1=9seg, para un total de 90 segundos). Al inicio de la fase B, la tasa de respuesta sufrió un descenso hacia el final del intervalo fijo, ya que el cambio de criterio (de 30 segundos a 90 segundos) conformó una extensión del triple de la duración inicial, lo que llevó a que se mantuviera durante las primeras sesiones una ejecución típica de la extinción. Hacia los 75 segundos, la tasa se elevó, como en el estado estable anterior, pero al no proporcionarse el refuerzo posteriormente, la tasa descendió.

Al prolongarse estas sesiones, la ejecución del animal volvió hacia el patrón del festón a través de un restablecimiento de la aceleración de la tasa de respuesta hacia el final del criterio fijo de 90 segundos. Esta recuperación puede apreciarse en el segundo gráfico del conjunto, que corresponde a una sesión intermedia. Se muestra un incremento abrupto, y en las dos sesiones restantes el patrón de ejecución progresiva del festón se estabilizó. La aceleración también fue menos pronunciada que en el IF30.

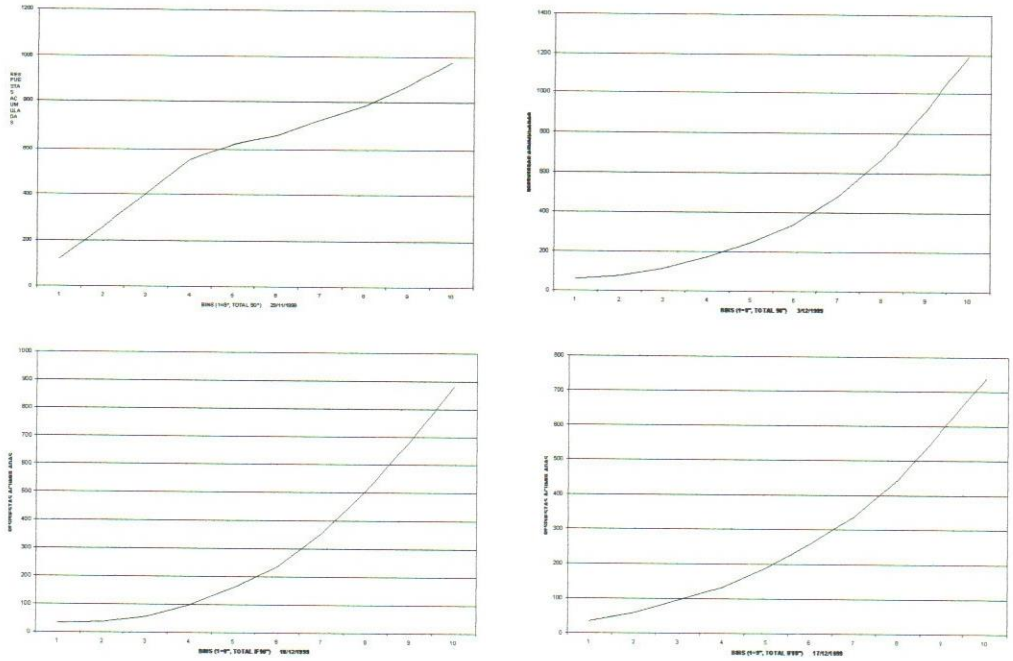
Para el sujeto 17, el desarrollo de los festones del IF 30, correspondiente a la fase A fue de la siguiente manera:



Grupo de gráficos 3. Festones Fase A Sujeto 17

Como con el sujeto 15, el sujeto 17 para la sesión del 20/10/1999 mostró una ejecución aproximada a la de discriminación temporal. En las sesiones siguientes se observó el suavizamiento de la pendiente hacia el final del intervalo fijo, las respuestas se distribuyeron de manera más uniforme sobre el tiempo e incrementaron en función del paso del mismo.

Hasta este punto del experimento con el Sujeto 17 en la fase A, puede verse el aprendizaje de la discriminación temporal a través de un indicador del cronometraje, que es el festón del IF. Para la fase B, este sujeto logró lo siguiente.



Grupo de gráficos 4. Festones fase B sujeto 17

En la primera sesión del cambio de criterio, de 30 segundos a 90 segundos, la estabilidad de la tasa anterior, o línea base, se vio afectada por la misma razón anteriormente expuesta para el sujeto 15. Hacia el inicio del intervalo, la tasa aumentó, como se esperaba, hacia los treinta segundos, ya que la tasa precedente se incrementaba hacia ese intervalo fijo porque justo después del mismo, la primera emisión de respuesta proporcionaba un refuerzo. Entonces, después de emitir esta respuesta, se observó la ejecución análoga a la que se observa bajo condiciones de extinción; hacia la mitad del intervalo, descendió ligeramente la tasa y hacia el final , comenzó la recuperación espontánea.

En la sesión siguiente ya se aprecia una ejecución de estado estable. Por lo anterior, también fue evidente el aprendizaje de la discriminación bajo ambos criterios temporales para el sujeto 17.

Es evidente a través de este análisis del desarrollo de los festones a lo largo de las sesiones que en ambos sujetos se dio el aprendizaje de la discriminación temporal con cada

criterio fijo, de 30 segundos en la primera fase o línea base; y de 90 segundos en la segunda fase o tratamiento. En ambos sujetos se alcanzó una ejecución estable o línea base durante el aprendizaje del primer criterio, y en la sesión de cambio de criterio (29/11/199) el patrón conductual se vio afectado, ya que la tasa precedente se caracterizaba por una aceleración hacia los 30 segundos, por lo que después de este criterio, se emitieron respuestas que no fueron reforzadas, entonces el patrón resultante fue de extinción, en el que se observó el descenso de la tasa. En las sesiones posteriores, la tasa de respuesta se estabilizó de nuevo, con un patrón de aceleración positiva hacia el final del criterio de 90 segundos.

El mantenimiento del festón también posee un fundamento que radica en las conductas mediadoras o adjuntivas (cualquier conducta que se realiza durante el iF que no es la operante) (Laties, Weiss, Clark y Reynolds, 1975). Estas conductas tales como: acicalamiento, hociqueo, enrollar la cola en las rejillas de la caja, etc. Fueron observadas durante los intervalos fijos, y fueron registradas durante algunas sesiones. Como este no es el objetivo de esta investigación, no fueron investigadas con más profundidad.

A partir de estas tasas parciales se calcularon los cuartos de vida y las medianas de estas medidas, para cada sesión. Los cuartos de vida establecen que los animales emplean aproximadamente más de la mitad del intervalo fijo en emitir el primer cuarto del número total de respuestas emitidas durante el intervalo (Sidman, 1973).

4.1.3. Cuartos de vida

Al tratarse de un diseño intrasujeto de tipo AB, es necesario establecer una línea base bajo un estado estable para asegurar que los cambios observados durante el componente B sean debidos a la manipulación de la variable independiente y no a otros factores extraños. El punto anterior se refiere al control experimental.

Para medir este control experimental en un programa de IF, se emplean los cuartos de vida:

> En condiciones bien controladas, es posible mantener, por ejemplo, una conducta de intervalo fijo de 10 minutos de un modo estable, en la que el sujeto emplee más de cinco minutos (50% del intervalo) en emitir el primer 25% de las respuestas totales de cada intervalo. Esta medida se ha denominado "cuarto de vida". Si la curva fuera lineal, el primer 25% de las respuestas se emitirá en el primer cuarto del intervalo, y el cuarto de vida, en nuestro ejemplo sería de 2,5 minutos. En el caso de que la curva

> estuviera negativamente acelerada, el cuarto de vida sería menor que este intervalo, mientras que con una curvatura positiva sobrepasa los 2,5 minutos (Sidman, 1973 p.232).

Sidman (1973) ha establecido que a pesar de la necesidad de establecer un adecuado control experimental en el establecimiento de estados estables de conducta, es preciso el conocimiento de los patrones típicos que están siendo estudiados. En este caso, se ha descrito exhaustivamente la formación y mantenimiento del festón del IF. Después del criterio fijo, se refuerzo la primera conducta emitida y esta a su vez es seguida por un reforzador. El inicio del intervalo siguiente es marcado por la proporción del reforzador.

Los reforzamientos se siguen de una disminución en la tasa de respuestas o pausa post reforzamiento y a continuación, se observa un aumento gradual en la curva de respuestas, hasta que llega el momento del próximo reforzador. Si bien hay una inmensa cantidad de evidencia empírica que apoya este patrón conductual en diferentes especies, Sidman (1973) resalta que "la curvatura de este registro acumulativo es típica en un sentido restringido solamente, puesto que algunos investigadores que han trabajado con este programa de intervalo fijo no han visto nunca esta pronunciada curvatura en sus datos" (p.232).

A pesar de lo anterior, los resultados de los experimentos realizados sí han evidenciado la formación de este patrón conductual, y para asegurar el control experimental durante las sesiones, seguidamente se muestran los cuartos de vida obtenidos para el sujeto 15:

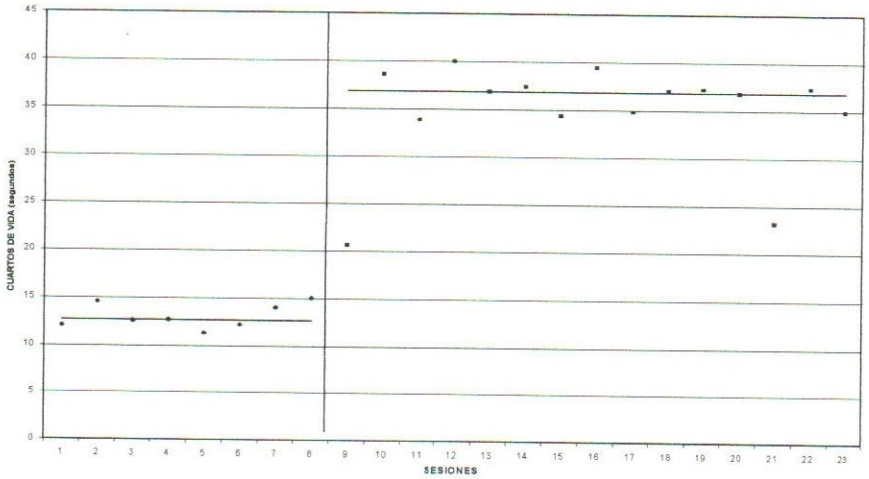


Gráfico 5. Cuartos de vida sujeto 15

A partir de lo expuesto anteriormente acerca de los cuartos de vida, puede observarse que para la primera fase (cuadrante izquierdo del gráfico) los cuartos de vida obtenidos están cerca del valor esperado, 15 segundos. Este valor esperado es el 50% del criterio fijo para la primera fase (30 segundos).

La mediana de los cuartos de vida, representada a lo largo de la fase por la línea horizontal en el cuadrante izquierdo se ubica aproximadamente en unos 13 segundos, es decir, que la mitad de los valores o cuartos de vida se ubican por encima de este valor, y la otra mitad por debajo de este valor. Los valores menores no se alejan excesivamente de esta medida, como puede observarse, el menor es de aproximadamente 11 segundos, y hay tres valores que corresponden a la segunda, séptima y octava sesiones que se ubican exactamente en 15 segundos.

En el cuadrante derecho del gráfico se muestra a través de la línea horizontal, la mediana para los cuartos de vida de la segunda fase. Como el criterio fijo de la segunda fase fue de 90 segundos, entonces, el valor esperado para los cuartos de vida es de 45 segundos.

Se obtuvo una mediana de aproximadamente 36 segundos. Los valores mayores se ubican entre 36 y 40 segundos; y hay unos valores extremos que corresponden a la sesión de cambio de criterio y a la penúltima sesión, que oscilan entre los 21 y los 24 segundos.

Puede observarse que el cambio de criterio, alteró los cuartos de vida, pero que a pesar de esto, se mantuvieron casi constantes los valores cercanos a 45 segundos. Estos valores tanto de la fase A como de la fase, demuestran que el control experimental fue adecuado y corroboran el aprendizaje de la discriminación en ambos criterios temporales para el sujeto 15.

Para el sujeto 17, se obtuvieron los siguientes cuartos de vida:

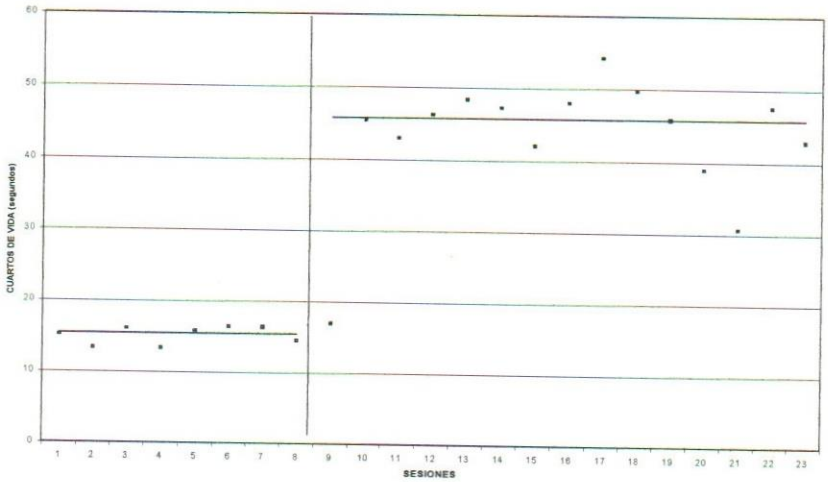


Gráfico 6. Cuartos de vida sujeto 17

Igualmente el valor esperado para los cuartos de vida en este sujeto fue de 15 segundos, ya que el criterio fijo de la fase A fue de 30 segundos. El cuadrante izquierdo muestra una mediana de quince segundos y los datos se acercan a este valor. La mayor parte de los cuartos de vida son de 15 segundos por lo que el control experimental fue adecuado, y se corroboró que el sujeto 17 también aprendió a discriminar este criterio particular.

El cuadrante derecho muestra una mediana de aproximadamente 46 segundos, cuando el valor esperado fue de 45 segundos por haber un criterio fijo de 90 segundos. A pesar de lo anterior, la mediana resultó muy aproximada al valor esperado. Sin embargo, los datos para cada sesión (cuadrados) se alejan más que en la fase anterior del valor esperado. Los cuartos de vida que se encuentran por debajo de la mediana, oscilan entre los 42 y los 31 segundos; y los mayores se encuentran entre 47 y 55 segundos.

Lo anterior, a pesar de una ligera dispersión, indicó también un adecuado control experimental. Entonces, a partir de los cuartos de vida pudo observarse que en ambos sujetos, en la fase A se logró un mayor control experimental y una mayor precisión en el aprendizaje de la discriminación temporal, que en la fase B. Aunque igualmente en esta última fase se puede mencionar la existencia de cierta estabilidad en las discriminaciones y en el control experimental.

4.1.4. Tiempos de emisión de respuesta desde el inicio del ensayo de pico o tiempos acumulados (TsAc)

Una vez finalizado el análisis de la ejecución durante los ensayos de IF, se procederá a continuar con el análisis de los ensayos de pico. Para ello se empleó la medida de los TsAc. Estos tiempos constituyen una forma más molecular del estudio de la conducta, además de ser una medida en tiempo real . En este experimento, los TsAc fueron registrados solamente para los ensayos de pico, por medio de una impresora térmica en milisegundos. Para su procesamiento estadístico, fueron transcritos en una base de datos construida en *Microsoft Excel 97*.

Los TsAc registrados y transcritos fueron organizados por ensayo de pico. Por lo anterior, se arreglaron dichos tiempos por columnas encabezadas por la fechas correspondiente a cada ensayo. Para el Sujeto 15, se obtuvieron 96 ensayos de pico durante la primera fase y 74 para la Fase B. Para el Sujeto 17, 85 ensayos de pico en la Fase A y 75 en la Fase B.

Para estos tiempos por ensayo, se calcularon algunos estadísticos descriptivos: media aritmética, mediana, percentiles (cinco, 25, 50, 75 y 95), desviación típica, coeficiente de variación, asimetría y kurtosis. En los ensayos de pico, la duración fue el doble del criterio del IF más un componente aleatorio. Estos ensayos podrían definirse como ensayos de tiempo variable de 60 segundos (TV 60) para la primera fase y un TV 180 para la segunda fase.

En estos ensayos se espera que después de un entrenamiento en los IF respectivos, el organismo aumente la tasa de respuesta hacia el final del criterio fijo y que al omitirse el refuerzo típico de los IF, se comience un período de extinción, de modo que después de esta tasa máxima o tasa pico, sea un descenso de la tasa la consecuencia inmediata. A primera vista, la ejecución quedaría en forma de curva normal (Higa, 1997). A pesar de esta afirmación, dichos autores no reportan estadísticos de forma, como por ejemplo la kurtosis.

Para efectos de este análisis, como se trabajó con tiempo real, las medidas son acumuladas, de modo que desde que se inicia el ensayo (cero) hasta que finaliza en el tiempo correspondiente (ya que son ensayos de duración variable) se registraron los milisegundos de cada emisión de respuesta de los animales. Estas medidas se emplearon para hacer énfasis en la dispersión durante estos ensayos, ya que cuando hay mayor concentración de respuestas,

la dispersión es baja; y viceversa. La dispersión se muestra a continuación en detalle a través de los coeficientes de variación de estas medidas para cada ensayo de pico.

Los coeficientes de variación (CV) ha sido considerados fundamentales en la precisión de la discriminación temporal (Higa, 1996, 1997; Higa y Pierson, 1998; Higa, Thaw y Staddon, 1993; Higa, Wynne y Staddon, 1991; Lejeune y Wearden, 1991; Richelle y Lejeune, 1984; Richelle y Lejeune, 1998).

Estas medidas se relacionan con la homogeneidad de la distribución de los tiempos. A medida que la distribución es más homogénea, los CV son más bajos, por lo tanto, la discriminación de los parámetros temporales es más precisa. En términos de las hipótesis propuestas en este trabajo, la variabilidad en el fenómeno de cronometraje es fundamental para poder comparar las ejecuciones entre las especies en cuanto a la precisión en la discriminación temporal.

Para el Sujeto 15 se obtuvieron los siguientes CV en cada una de las fases:

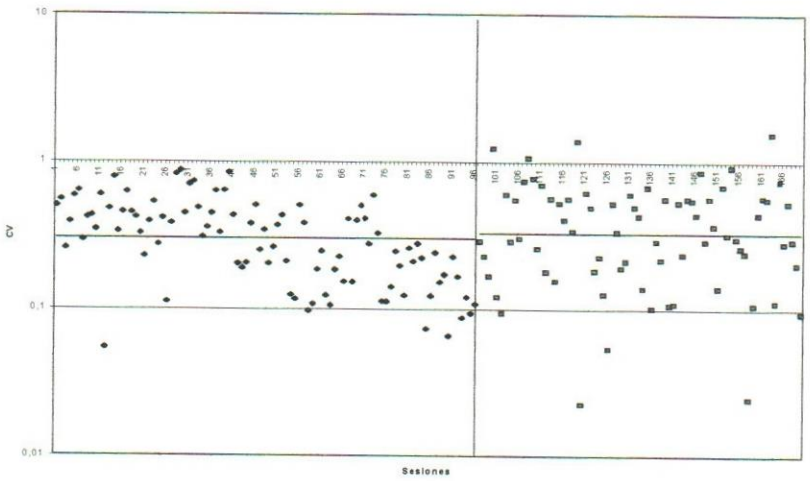


Gráfico 7. CV y medianas de los CV sujeto 15

Se empleó un gráfico semilogarítmico para observar los cambios sin distorsión y poder comparar la ejecución de ambos sujetos. El cuadrante izquierdo del gráfico representa la fase A del experimento 1. Los rombos en este cuadrante representan los coeficientes de variación por ensayo de pico. Al inicio del entrenamiento en el programa IF30/TV60, los CV fueron más altos que hacia el final de la fase. Esto último indica que a medida que la ejecución se hizo estable, la distribución se homogeneizó, siendo de esta forma la discriminación más precisa hacia el final de la fase. La línea horizontal de este mismo lado

representa las medianas de los CV, que mantiene un valor bajo de 0,3 o 30% que corrobora la homogeneidad de la distribución.

En el cuadrante derecho se muestran los CV de la fase B del mismo experimento, en el cual la línea horizontal que representa la mediana de los CV resultó ser de 0,32 o 32%, por lo que casi no varió con respecto a la de la otra fase. Esta mínima variación en las medianas de las fases indica la estabilidad en la precisión de la discriminación de los criterios en ambas fases o propiedad escalar del cronometraje (Higa, 2000, Comunicación Personal). Debe tomarse en cuenta que se está haciendo una comparación bajo estados estables del comportamiento. Es posible observar entonces, que a pesar del cambio de criterio temporal entre fases, la variabilidad se mantuvo.

En esta línea, para el sujeto 17 se obtuvieron los siguientes coeficientes de variación:

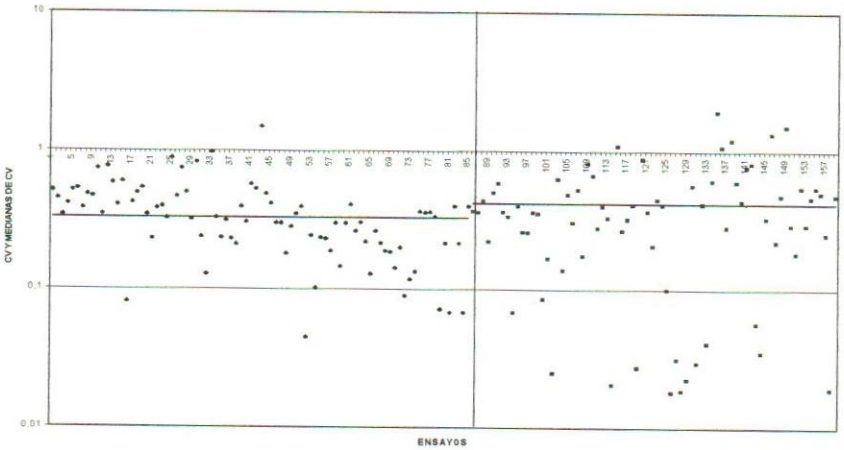


Gráfico 8. CV y medianas de CV sujeto 17

Del mismo modo, ocurrió en este sujeto que los CV se mantuvieron entre las sesiones y sus valores fueron bajos, exceptuando algunos extremos. La mediana de los CV para la fase A fue de 0,33 o 33% y para la fase B fue de 0,42 o 42%. Esta vez aumentó ligeramente en la segunda fase. Cada rombo y cada cuadrado para la fase respectiva corresponden a un CV por ensayo. En general, puede hablarse de una precisión mantenida en la discriminación temporal en ambos sujetos experimentales.

Para apreciar de forma más detallada las formas de las distribuciones, se muestran a continuación las medianas y las medianas de medianas de estos tiempos para el sujeto 15 en ambas fases:

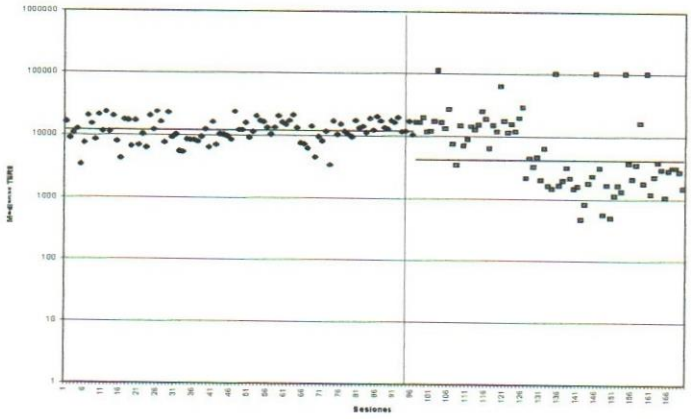


Gráfico 9. Medianas y mediana de medianas sujeto 15

Se ha empleado un gráfico semilogarítmico para asegurar que los cambios recogidos entre las fases y entre los ensayos no se encuentren distorsionados; además de facilitar la comparación de los cambios entre los sujetos. En este gráfico se muestran en la línea horizontal del cuadrante izquierdo la mediana de las medianas de los TsAc de la fase A para el sujeto 15. Los rombos que la rodean son las medianas para cada ensayo. En este caso, las medianas representan la tasa máxima de respuesta o tasa de pico, que para esta fase tuvieron una mediana de 11,9 segundos, es decir, los animales dieron su máxima respuesta hacia cerca de ese tiempo.

Puede apreciarse que para la primera fase la mediana se mantiene cercana a 1000 en la escala logarítmica; y los valores individuales se encuentran cercanos a dicho valor. Mientras que en la fase B hay un descenso del nivel de la mediana a 4, 16 segundos, a pesar de que los valores individuales iniciales se encuentran en el mismo nivel que los de la fase A.

Hacia la mitad de la fase B comenzó el descenso, es decir, que las tasas máximas se dieron hacia tiempos menores que las tasa máximas de la fase A. Esto implica una clara dispersión en los datos y una pérdida de la precisión de la discriminación temporal a partir del cambio de criterio temporal.

Las medianas y la mediana de medianas para el sujeto 17 se muestran a continuación. Se empleó también un gráfico semilogarítmico para comparar los cambios entre ensayos y entre los sujetos.

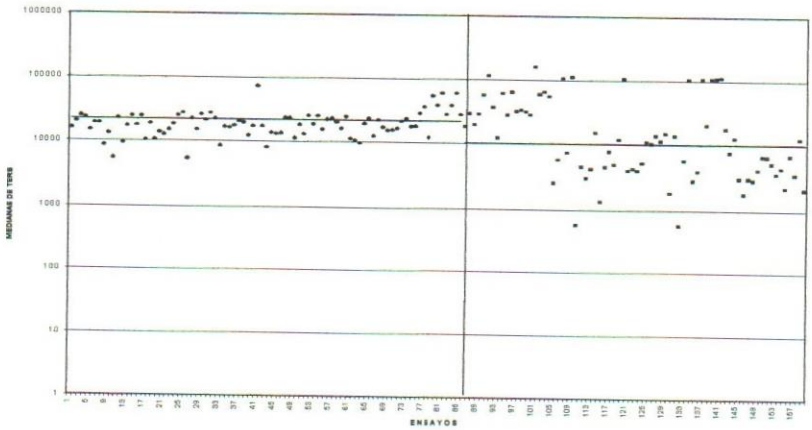


Gráfico 10. Medianas y mediana de medianas TsAc sujeto 17

En el cuadrante izquierdo, la mediana de medianas está representada por la línea horizontal, que se encuentra ubicada ligeramente por encima de 10000 en la escala logarítmica, y que corresponde a 21, 8 segundos. En este caso el animal emitió su tasa de máxima respuesta más cerca del criterio fijo de la fase A (30 segundos) que era lo esperado. Igualmente las medianas individuales se encuentran cercanas a esta línea, por lo que los picos para esta fase resultaron homogéneos. Las tasa máximas se dieron aproximadamente en los mismos momentos durante todos los ensayos de pico para la fase A (cerca de 21, 8 segundos).

En el cuadrante derecho, la línea horizontal de la mediana de medianas coincide con el eje de división ubicado exactamente en 10000 en la escala logarítmica que corresponde a 10,06 segundos. Esto último indica un ligero descenso en los tiempos de emisión de respuesta desde el inicio de cada ensayo de pico, es decir, los momentos de tasa máxima descendieron cuando el criterio temporal del ensayo de pico se incrementó a TV180.

A partir de estos datos obtenidos puede observarse un comportamiento casi igual para cada sujeto, en el que las tasa máximas se dieron en un punto cercano o igual a 10000, y se mantuvieron constantes durante toda la fase. Algo diferente ocurrió con el cambio de criterio, ya que los tiempos descendieron y se hicieron más heterogéneos entre ensayos. Los patrones de respuesta fueron casi idénticos para ambos sujetos.

Para observar de forma más detallada la ejecución intraensayo, se calcularon los percentiles de estos tiempos.

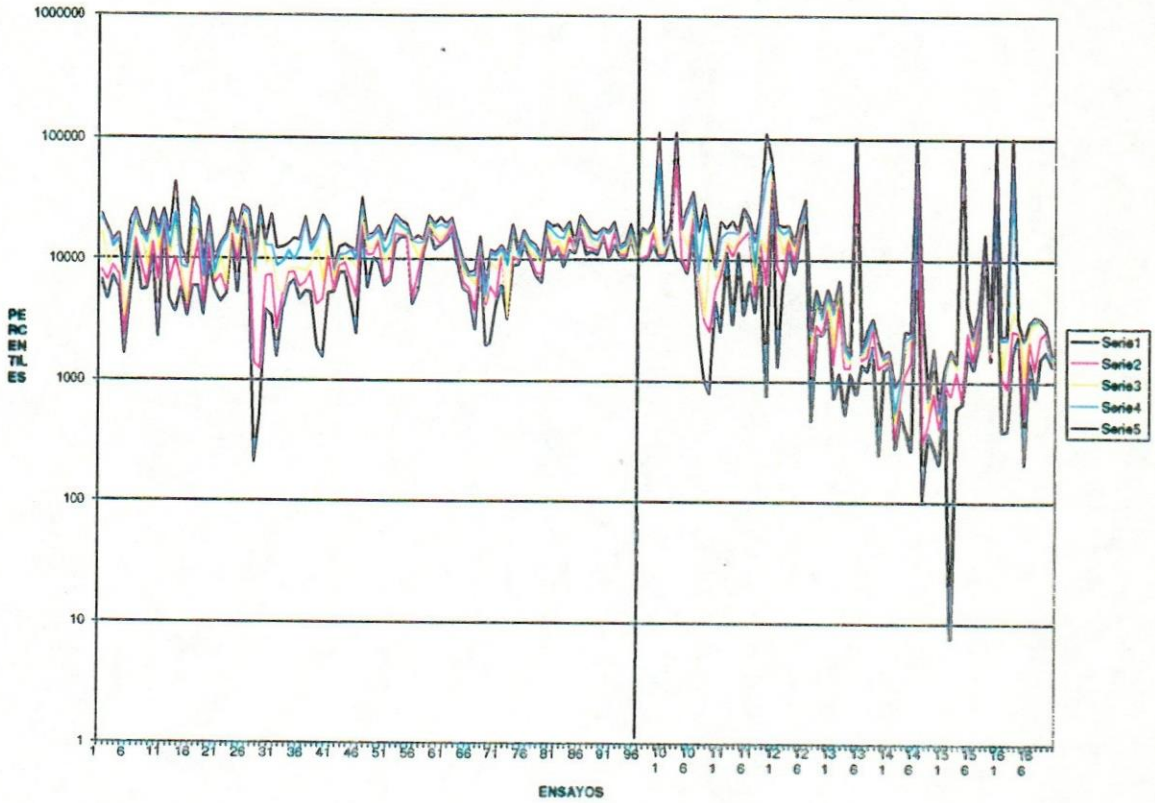


Gráfico 11. Percentiles TsAc Sujeto 15

Para la elaboración de este gráfico, se calcularon los percentiles cinco, 25, 50, 75 y 95 para cada ensayo de pico, para cada componente, en cada sujeto. La serie 1 corresponde al Percentil 5 y así sucesivamente. Esto con la finalidad de observar la forma de la distribución de los TsAc para cada ensayo de pico.

En el eje horizontal se muestra cada ensayo, el lado izquierdo divido por una línea negra es el correspondiente al componente o fase A. El eje vertical se ha dispuesto con una escala logarítmica que contiene los percentiles antes mencionados.

Durante la primera fase, los ensayos de pico se caracterizaron por tener una distribución de tiempos homogénea. Hacia las últimas sesiones de esta primera fase, los percentiles se compactaron , lo cual corrobora la precisión de la discriminación del criterio de TV60 segundos. En la fase B la homogeneidad fue disminuyendo, ya que los percentiles

se desplazaron sobre todo en los datos extremos (P5 y P95) hacia las puntas de la distribución. Como antes se vio, las tasas máximas descendieron (P50, línea amarilla, equivalente a la mediana antes mostrada) y las distribuciones en general se hicieron más dispersas.

Para el sujeto 17, los percentiles fueron:

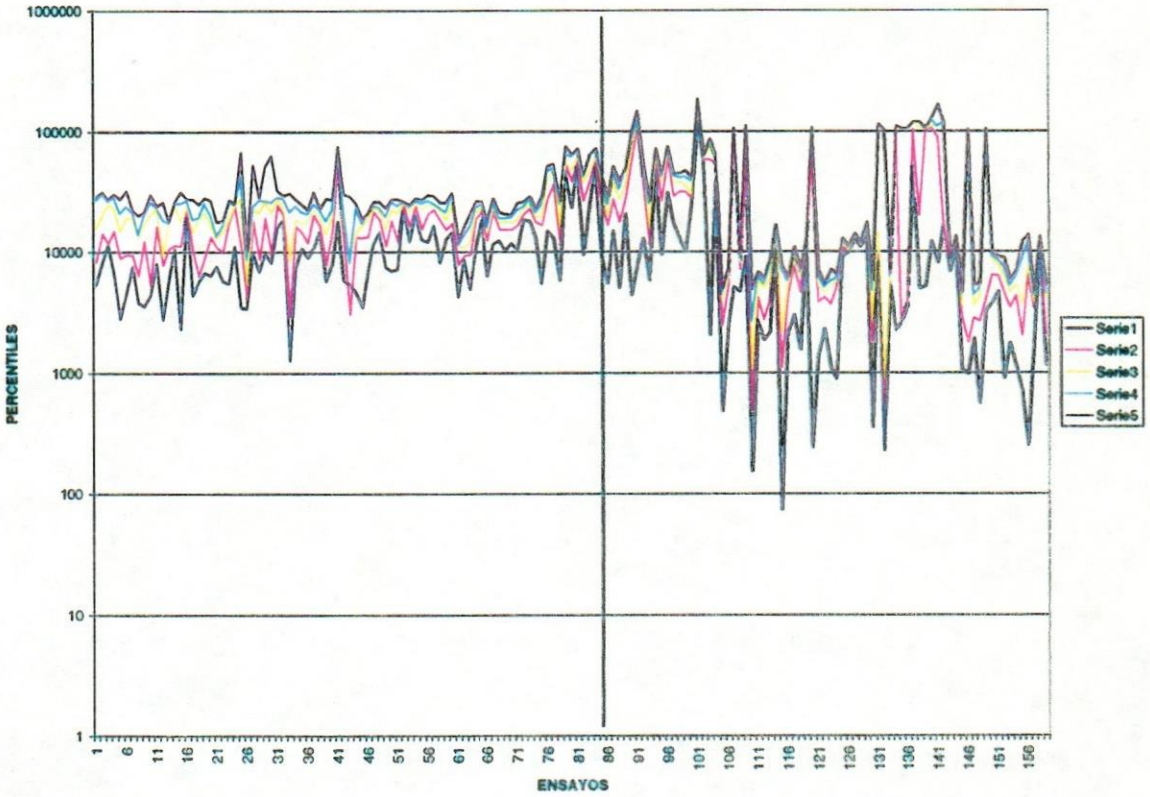


Gráfico 12. Percentiles de los TsAc Sujeto 17

Para este sujeto, el patrón obtenido fue muy parecido al del sujeto 15. Se observa que las distribuciones de TsAc por ensayo en el primer componente se mantienen homogéneas. Después del cambio de criterio, se alteran dichas distribuciones, haciéndose más variables a lo largo de los ensayos.

En este sujeto también fue evidente el mantenimiento de un patrón estable de conducta bajo los ensayos de pico, ya que las distribuciones de los ensayos se mantuvieron cercanas a 10000 en la escala logarítmica. Ante el cambio de criterio se observó también la alteración de dicho patrón estable. Los datos extremos se desplazaron hacia las puntas de la

distribución (P5 hacia valores bajos, 100; y P95 hacia valores altos, 100000). Los percentiles intermedios descendieron a partir del ensayo 101 aproximadamente.

El análisis de estos datos percentilares permitió ver las formas de las distribuciones en ambos sujetos. Puede decirse de nuevo que los patrones de ejecución resultaron muy parecidos, ya que las distribuciones se mantuvieron homogéneas durante la primera fase y posteriormente con el aumento del criterio temporal, se perdió dicha homogeneidad y los valores descendieron.

Las asimetrías (ver Anexo C1) para las distribuciones de TsAc de los ensayos de pico de la fase A del sujeto 15 resultaron tener una mediana de 0,076. Esta asimetría fue positiva y cercana a cero, por ,lo que estas distribuciones se caracterizaron por tener un sesgo mínimo y poseer puntuaciones ligeramente superiores a la media. Para la fase B de este mismo sujeto, la mediana de las asimetrías fue de –0,516; por lo que hubo un cambio evidente en estas distribuciones, ya que la media resultó en este caso ser mayor que la mediana.

Para el sujeto 17 la mediana de las asimetrías (ver Anexo C2) fue de –1,89 en la fase A , y en la fase B fue de 9,28. Esto indicó un cambio en los promedios de las distribuciones que pasaron de ser menores en la primera fase que en la segunda, además en esta última el sesgo fue mucho mayor. Una vez más se hizo que el cambio de criterio alteró la ejecución en la fase B.

En cuanto a la kurtosis (ver Anexo D1) del sujeto 15, la mediana de las kurtosis de cada ensayo de pico para la fase A fue de –1,067 y para la fase B, -0,90. En ambas fases las distribuciones tendieron a ser platicúrticas. Para el sujeto 17 (ver Anexo D2) la mediana de las kurtosis para la fase A fue de –0,68 y para la fase B –0,648. Puede decirse que la forma de las distribuciones tendió a mantenerse también platicúrtica.

4.2.- Experimento 2

El segundo experimento tuvo el mismo objetivo que el anterior, sólo que en este caso se empleó un pichón *Columba fasciata* en procedimiento de pico análogo al anterior. Los resultados obtenidos se muestran de la misma forma que en el caso anterior. Se comienza con las tasas parciales y los festones.

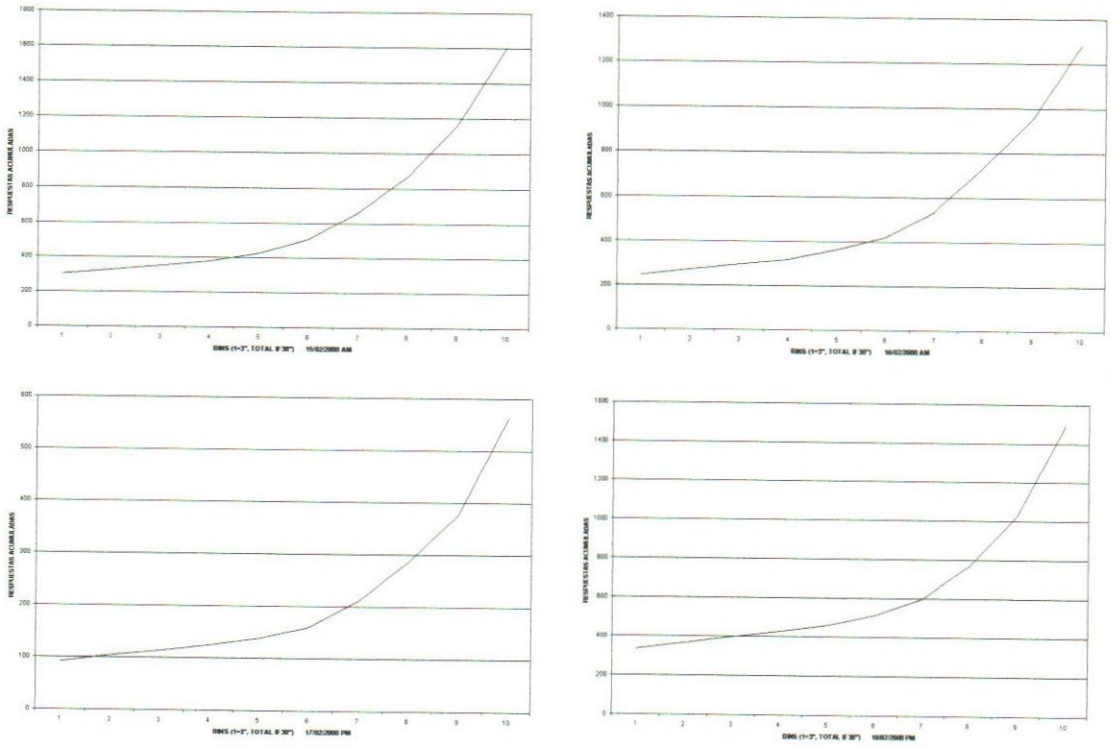
4.2.1. Tasas parciales y festones

A partir de las tasas parciales por sesión obtenidas con Skinner (Fred) II (sujeto único del experimento)se mostrarán a continuación el desarrollo de los patrones del festón del IF (ver Anexo B3). En este experimento se organizaron dos rutinas experimentales diarias, una matutina a las 10:00am. (A) y una vespertina a las 3:00pm. (B). Cada sesión tuvo una duración de 60 minutos. Para cada sesión se muestran las tasas parciales o *bins* que se organizaron de la misma forma que en el experimento anterior.

Para efectos de esta muestra de resultados se seleccionaron las últimas ocho sesiones de la línea base, ya que en total fueron 35 sesiones. Para la fase B se llevaron a cabo 15 sesiones experimentales de la misma duración y frecuencia que las de la fase A.

En este experimento no pudo llevarse a cabo la replicaión entre sujetos (Sidman, 1973) ya que al inicio se iban a utilizar dos sujetos, pero con uno (Ferster) del proceso de automoldeamiento no resultó el aprendizaje de la operante, y tampoco del moldeamiento manual intentado posteriormente. A pesar de esto, los patrones de ejecución obtenidos son comparables con otros patrones de ejecución en sujetos de la misma especie de experimentos realizados por otros investigadores. Este punto se discutirá ampliamente en la próxima sección.

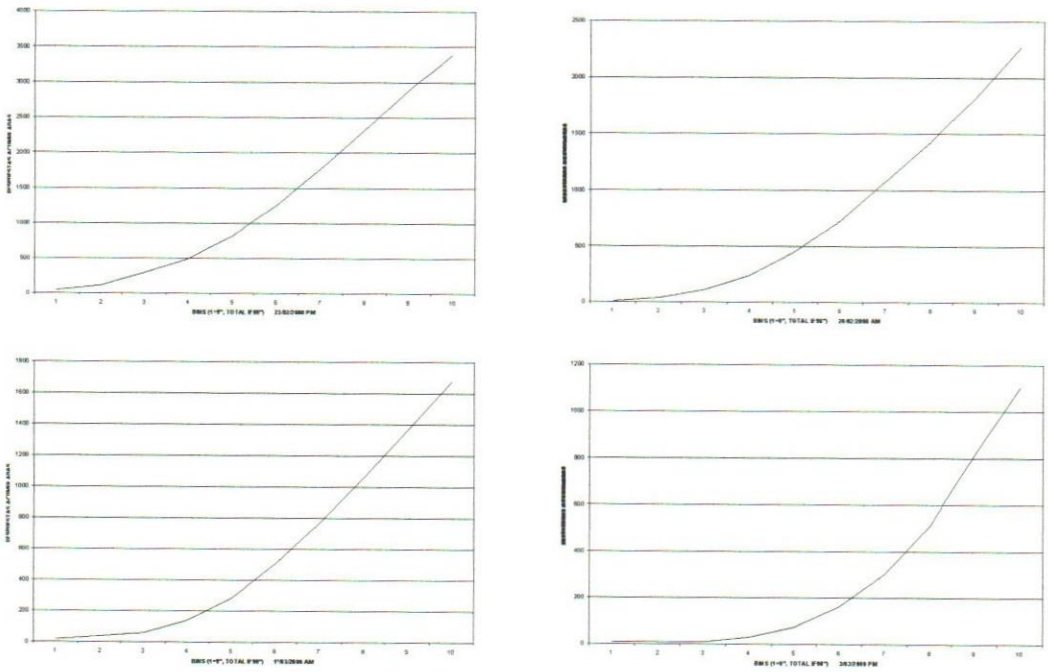
A continuación se mostrarán los gráficos de respuestas acumuladas en el tiempo de las sesiones seleccionadas (la primera de las últimas ocho, dos intermedias y la última) para apreciar la ejecución durante las sesiones de IF30/TV60.



Grupo de gráficos 13. Festones Fred II Fase A

Fue característico el alto número de respuestas al inicio de los intervalos fijos. Esto pudiera deberse al momento exacto de proporción del refuerzo, o a un efecto activador del reforzamiento sobre la tasa de respuesta que se relaciona con la postergación de esta pausa a unos segundos después del inicio de cada ensayo. Quizá el tono que se señala el inicio de cada ensayo ha quedado asociado al efecto dinámico o excitador del refuerzo (Catania, 1971).

La ejecución de Fred II durante los ensayos de IF 90 fue la siguiente:



Grupo de gráficos 14. Festones Fred II Fase B

Para la primera sesión del cambio de criterio, la ejecución no se vio afectada, continuó la tasa progresiva, aunque con algunas estabilizaciones a lo largo del intervalo de 90 segundos (1=9 segundos, para un total de 90 segundos). A medida que el entrenamiento aumentó, la progresión se hizo más fluida y el incremento inicial se redujo notablemente en comparación con la fase anterior, más bien se prolongó la pausa post reforzamiento y la ejecución progresiva comenzó hacia los 27 segundos del intervalo.

Para la última sesión se observó la ejecución es típica del festón, ya que la tasa de repuesta alcanza su máximo hacia el final del intervalo fijo. Para este experimento también se obtuvieron los festones a partir de los datos de las sesiones, es decir, se acumularon las respuestas dadas par todos los ensayos de IF. A pesar de esto, los festones se formaron también para cada ensayo individual.

4.2.2. Cuartos de vida

Tomándose en cuenta la definición de los cuartos de vida para el experimento anterior, se mostrarán a continuación los resultados obtenidos a partir de las tasas de respuesta parciales o *bins* para Fred II.

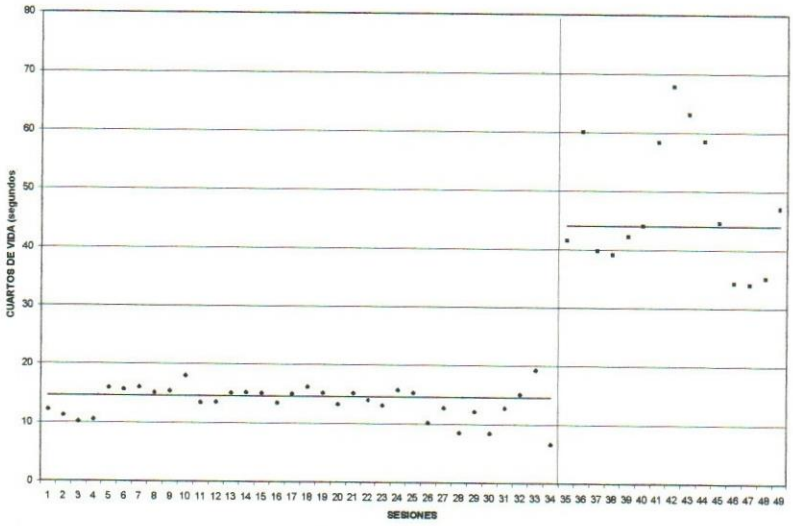


Gráfico 15. Cuartos de vida Fred II

Para la primera fase (cuadrante izquierdo) se esperaba que los valores se ubicaran en 15 segundos, ya que el criterio fijo de la fase A también fue de 30 segundos. La línea horizontal de este cuadrante representa las medianas de los cuartos de vida y se ubica exactamente en 15 segundos, es decir, que la mitad de estos datos fueron menores que 15 y la otra mitad resultó mayor.

Los datos se alejaron ligeramente de los 15 segundos, ya que oscilaron entre siete y 19 segundos. Por lo anterior, se logró un adecuado control experimental para la línea base. En la fase B o cuadrante derecho en el gráfico se esperaba un valor de cuarto de vida de 45 segundos, ya que le criterio fijo fue también de 90 segundos.

Para esta fase, se obtuvo una mediana de aproximadamente 45 segundos y los valores oscilaron entre 34 y 68 segundos. Ciertamente para esta fase el control disminuyó, la ejecución se hizo ligeramente más variable con el incremento del criterio fijo.

4.2.3.- Tiempos de emisión de respuesta desde el inicio del ensayo de pico o tiempos acumulados (TsAc)

Para este experimento se registraron igualmente estos tiempos para analizar la dispersión de las distribuciones y por lo tanto, la precisión de la discriminación temporal en ambas sesiones experimentales. Se comenzará mostrando la mediana de los CV y los CV para Fred II.

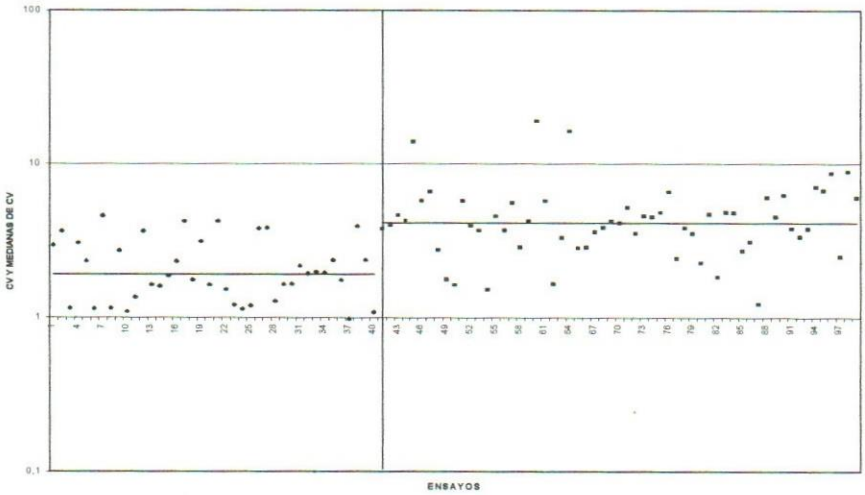


Gráfico 16. CV y medianas de CV Fred II

Durante la primera fase, los CV se mantuvieron más homogéneos que en la segunda fase, por lo que el sujeto logró una discriminación adecuada del criterio fijo de 30 segundos. La mediana de estos CV fue de 1,1 o 110%. El cambio de nivel de la mediana para la segunda fase fue en mayor proporción y en distinta dirección que en el experimento anterior, ya que se obtuvo una medina de CV de 4,127 o 412,7%. En este caso, ascendió e igualmente se hicieron más dispersos con respecto a la primera fase.

Seguidamente se muestran la mediana de medianas y las medianas de estos tiempos:

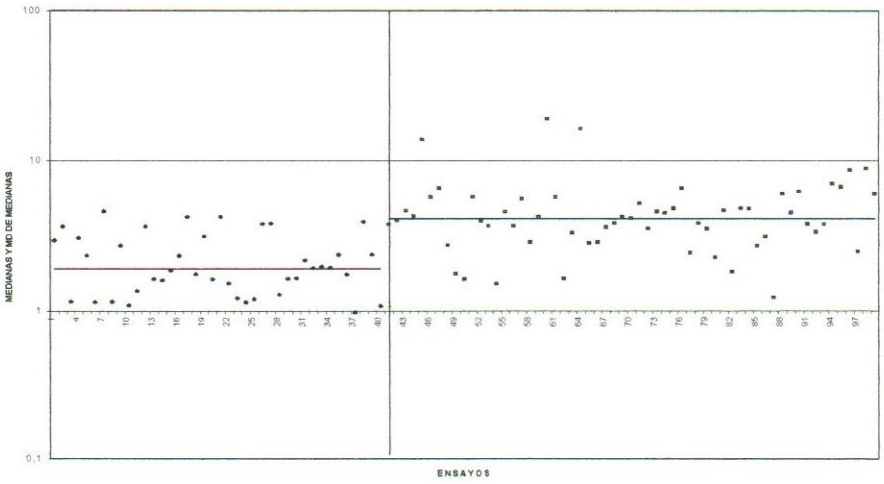


Gráfico 17. Medianas y mediana de medianas TsAc Fred II

En el cuadrante izquierdo se muestra la mediana de las medianas de la fase A a través de la línea horizontal, que resultó ser de 30,84 segundos, es decir, que el pichón tendió a emitir su máxima tasa de respuesta hacia un tiempo ligeramente mayor que el IF para dicha fase. Sin embargo, sus respuestas fueron de gran variabilidad, como antes se mostró.

Para la fase B la mediana de mediana de medianas fue de 54,97 segundos, es decir, que su tasa máxima de respuesta tendió a ocurrir hacia un intervalo menor que el IF 90. Aquí la discriminación se alteró, y la dispersión se incrementó aún más.

Seguidamente se muestran los percentiles para cada distribución por ensayo de IF para lograr observar en detalle las formas de dichas distribuciones.

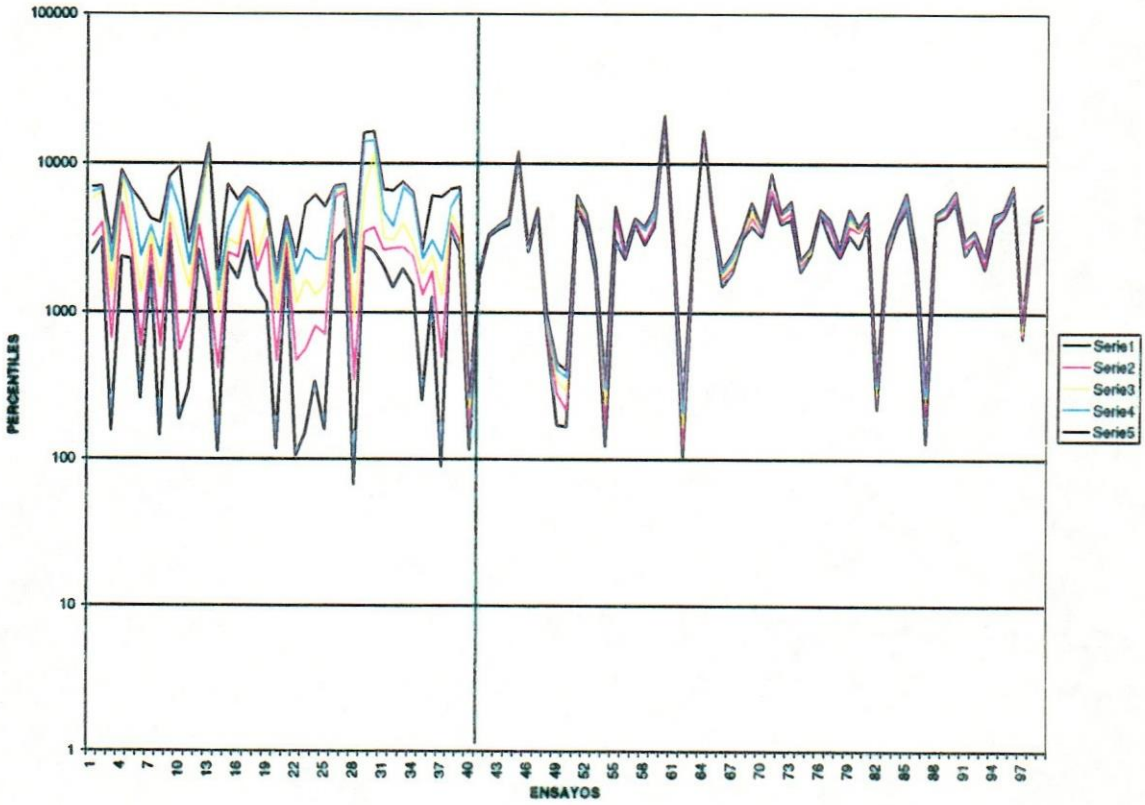


Gráfico 18. Percentiles Fred II

En este gráfico también se usó una escala logarítmica para lograr mayor precisión en la visualización de los cambios relativos. Puede observarse que para la primera sesión (cuadrante izquierdo), los percentiles se distribuyeron de manera homogénea para cada ensayo, pero de forma heterogénea entre los ensayos. Los tiempos de máxima respuesta fueron variables para ambas sesiones.

Con el cambio de criterio temporal, las distribuciones de cada ensayo se compactaron, por lo tanto, se hicieron más homogéneas intraensayos y se mantuvieron heterogéneas entre los ensayos. Estas diferencias pudieran deberse a que los intervalos, al ser variables no poseen un patrón predecible para la discriminación temporal, a diferencia de los que ocurre en los ensayos de IF.

La mediana de las asimetrías para este sujeto (ver Anexo C3) en la fase a fue de 0,51 y para la fase B fue de –0,33. De nuevo fue evidente la distorsión de las distribuciones con el cambio de criterio. En cuanto a la kurtosis (ver Anexo D3) para la fase A fue de –0,28 y para

la fase B fue de –0,7103. Para este sujeto las distribuciones también se mantuvieron platicúrticas en ambas fases.

4.3.- Experimento 3

En este experimento se replicó el procedimiento de pico con 30 y posteriormente con 90 segundos como criterios fijos en una tortuga *Chrysemys picta bellii*. Se registraron manualmente los tiempos acumulados de emisión de respuestas desde el inicio de cada ensayo de pico. En segundos (a través de un cronómetro). Posteriormente fueron transformados a milisegundos para fines de comparación.

Los milisegundos fueron dispuestos de la misma forma en una hoja de cálculo de Excel 97. En este caso la replicación entre sujetos (Sidman, 1973) tampoco fue posible, esta vez por razones operativas. Por lo anterior, se llevará a cabo lo mismo que con el pichón en la sección anterior. Esto es una comparación con la ejecución de sujetos de la misma especie en preparaciones experimentales parecidas.

El trabajo con la tortuga fue llevado a cabo a través de la observación directa y proporción manual de los refuerzos una hora cada día durante 16 sesiones de la fase A y 18 sesiones para la fase B. Por esto, tampoco se recolectaron las respuestas por cada *bin* como con los sujetos anteriores sino, solamente los tiempos de emisión de respuestas desde el inicio de los ensayos de pico.

A pesar de lo anterior y por los resultados obtenidos durante estas sesiones no se evidenció la formación del festón, sino la emisión de escasas respuestas por sesión (un promedio de 4 respuestas por sesión, habiendo ensayos de IF completos sin respuesta) que se caracterizaron por ser variables. No se pudo establecer un patrón de ejecución.

4.3.1.- Tiempos acumulados de emisión de respuesta desde el inicio de los ensayos de pico (TsAc).

Para el análisis de las respuestas emitidas durante los ensayos de pico, se muestran a continuación las medianas de los tiempos acumulados.

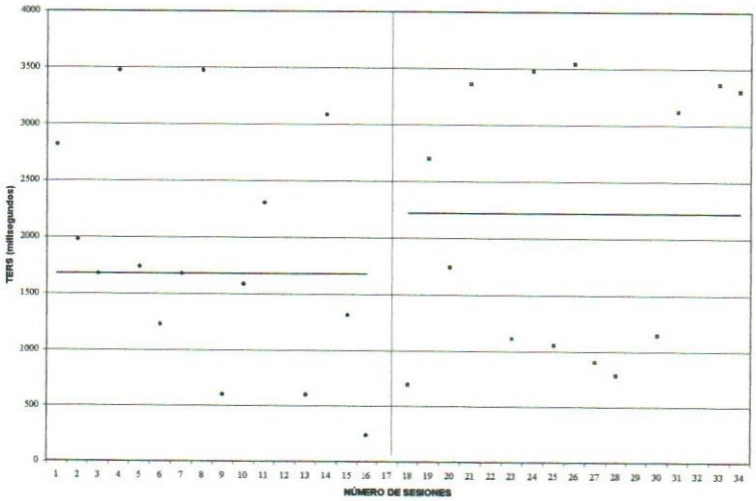


Gráfico 19. Medianas y mediana de medianas de TsAc tortuga

A pesar de la variabilidad mostrada en los momentos de la emisión de las tasa máximas de respuesta, se observó un incremento en dichos tiempos. Según Higa (Comunicación Personal, junio 15, 2000) estos resultados pudieran estar sugiriendo un cronometraje proporcional, en vez de uno escalar como se obtuvo en las otras dos especies cuando los coeficientes de variación de mantuvieron entre las fases.

4.4.- Comparación entre especies

Para llevar a cabo esta comparación y resaltar los resultados más relevantes se muestra a continuación una tabla por fase en las que se han categorizado los aspectos a comparar, y se señalan brevemente para cada especies. Además se ha llevado a cabo una prueba estadística para comparar los coeficientes de variación entre las ratas y el pichón.

Tabla 1. Cuadro comparativo del comportamiento entre especies en la fase A

	FESTÓN	**¼ de vida**	**MdCV**	**Md/Md**	**Percentiles**	**As**	**Ku**
ESPECIE	***Fase A***	***Fase A***	***Fase A***	***Fase A***	***Fase A***	***Fase A***	***Fase A***
Ratas *WKY*	-Alcanzaron el festón en las primeras sesiones. -La ejecución se hizo estable hacia el final de la fase. - La curva de la tasa de respuesta se aceleró a medida que el intervalo fijo se acercaba al final.	-La mediana de los cuartos de vida se ubicó cerca de los 15 segundos, que fue lo esperado ya que es el 50% del criterio fijo de esta fase. -El control experimental fue adecuado.	-Los CV se mantuvieroon bajos (30%-32%) por lo que las respuestas emitidas fueron homogéneas. - La discriminación temporal durante esta fase fue precisa.	-Los picos de tasa máxima se dieron entre 11, 9 y 21,85 segundos. Algunos fueron más cercano a 30 segundos que era lo esperado.	-Se distribuyeron homogéneamente dentro de cada ensayo y entre ensayos. - Los percentiles 5 y 95 tendieron a ubicarse en los extremos de las distribuciones.	- La mediana de las asimetrías osciló entre –0,07 y –1,89. - Las asimetrías fueron negativas por lo que las medianas fueron mayores que los promedios.	- Las distribuciones tendieron a ser platicúrticas (-0,68,-1,066).
Pichón *Columba fasciata*	-Alcanzó el festón durante las primeras sesiones. - La ejecución se estabilizó hacia el final de la fase. - La curva de la tasa de respuesta se aceleró positivamente a medida que el criterio fijo se acercaba su final.	- La mediana de los cuartos de vida se ubicó exactamente en los 15 segundos esperados para obtener un adecuado control experimental.	-Los CV aumentaron (109%) . Aunque se mantuvieron todos alrededor de esta medida. - La ejecución se mantuvo homogénea, pero más dispersa que en las ratas.	- Los picos de las tasas máximas fueron de 30,84 segundos, es decir, se hicieron precisos en la discriminación durante los ensayos de pico.	Se distribuyeron de forma más heterogénea que los anteriores. Las distancias entre los percentiles fueron mayores.	- La mediana de la las asimetrías fue de 0,51. Fue positiva y cercana a cero, por lo que hubo un sesgo mínimo.	- Las distribuciones tendieron a ser platicúrticas (-0,28).
Tortuga *Chrysemys picta bellii*	alcanzó el patrón del festón del IF. -Sus respuestas fueron dispersas y escasas.	- No pudieron calcularse.	-No pudieron calcularse debido al tamaño de las distribuciones obtenidas.	- Los picos estuvieron cercanos a los 17 segundos, pero la variabilidad fue alta	- No se calcularon los percentiles por el tamaño de las distribuciones obtenidas.	- No se calculó la asimetría.	- No se calculó la kurtosis.

Tabla 2. Cuadro comparativo del comportamiento entre especies en la fase B

	FESTÓN	**¼ de vida**	**MdCV**	**Md/Md**	**Percentiles**	**As**	**Ku**
ESPECIE	***Fase B***	***Fase B***	***Fase B***	***Fase B***	***Fase B***	***Fase B***	***Fase B***
Ratas *WKY*	-El cambio de criterio alteró la tasa. -La tasa de respuesta incrementó a medida que el criterio se acercó a su final.	-Los cuartos de vida obtenidos fueron cercanos a 45" (valor esperado).	-Las medianas de CV oscilaron entre 0,32 y 0,42. Los valores se mantuvieron con respetto qa la fase anterior.	-Los momentos de máxima ejecución estuvieron entre los 41,61 y 100,66 segundos, es decir, que la precisión en la discriminación se alteró con el criterio fe 90".	-La homogeneidad isminuyó, ya que los puntasde las distribuciones se desplazaron hacia valores extremos.	La mediana de las As fue osciló entre –0,516 y 9,28. Para un sujeto fue negativa y para otro positiva. De ambas formas,las distribuciones sufrieron distorsión y e sesgo aumentó.	Hubo una tendencia hacia forma platicúrtica (Md de KU entre –0,90-0,648). La forma de las distribuciones no cambió.
Pichón *Columba fasciata*	-El cambio de criterio alteró la tasa.	- Los cuartos de vida fueron cercanos a 45" (valor esperado).	La mediana de CV fue de 4,127. Aumentó ligeramente con respecto a la fase anterior, es decir, la precisión en la discriminación temporal disminuyó.	El momento del pico incrementó a 54,97 segundos. El cambio de criterio alteró la tasa de respuesta. Sin embargo, no se acercó a la cantidad esperada (90").	La homogeneidad aumentó dentro de cada ensayo y disminuyó entre ensayos.	La mediana de las As-0,33, por lo que también hubo una distorsión en las distribuciones.	La forma de las distribuciones no cambió, hubo una tendencia de forma platicúrtica. (Md de Ku – 0,7103).
Tortuga *Chrysemys picta bellii*	-No alcanzó el festón.	No se calcularon.	No se calcularon los CV debido al tamaño de las distribuciones obtenidas.	El momento de máxima tasa subió a 22,5 segundos. Existió una mínima sensibilidad al cambio.	No se calcularon los percentiles.	No se calcularon las As.	No se calcularon las Ku.

5.- DISCUSIÓN

El objetivo de este trabajo fue establecer semejanzas y diferencias en el comportamiento de vertebrados endodérmicos, representados por ratas *WKY* y un pichón *Columba fasciata*, y vertebrados ectodérmicos representados por una tortuga *Chrysemys picta bellii* en el fenómeno de cronometraje. Para esto es estudió la formación del festón en los ensayos de IF y la tasa de máxima ejecución en los ensayos de pico en dichas especies. Se hipotetizó una homogeneidad gradual con respecto a las especies en la distribución de sus respuestas, siendo de mayor homogeneidad las distribuciones de las respuestas en ratas, de homogeneidad menor en la tortuga, y de homogeneidad intermedia en el pichón. Cada nivel de homogeneidad se corresponde con el ajuste o discriminación temporal de los intervalos establecidos para cada ensayo.

En los tres experimentos llevados a cabo se evidenció ciertamente la formación tanto del festón del IF como de la tasa de máxima respuesta en ratas *WKY* y en el pichón *Columba fasciata*, pero no en la tortuga *Chrysemys picta bellii*. En los ensayos de IF se encontró que tanto las ratas como el pichón, alcanzaron una ejecución caracterizada por una pausa postreforzamiento y una aceleración positiva a medida que se acercaba el final del IF correspondiente. Esto último fue consistente con la literatura (Bower y Hilgard, 1992; Hoyert, 1992; Catania, 1979; Sidman, 1973; Skinner, 1938/1975; Staddon, 1972) y las investigaciones revisadas (Roberts, 1981, 1982; Breukelaar y Darrymple-Alford, 1998; Church, Lacourse y Crystal, 1998).

Específicamente la ejecución en las ratas *WKY* se correspondió con lo que Roberts (1981, 1982) reportó como la posibilidad de discriminación temporal o la habilidad para *llevar el tiempo* con eventos que ocurren tanto en intervalos regulares, como es el caso del IF; y en intervalos irregulares, o en los ensayos de pico que se comentarán posteriormente. La ejecución de estos organismos durante el primer valor de intervalo fijo alcanzó un estado estable (Sidman, 1973) con las características anteriores, y con el incremento del criterio temporal, la tasa de respuesta se alteró durante la primera sesión. Esta alteración consistió en un aumento de la tasa de respuesta hacia los 30 segundos iniciales, una estabilización, seguidamente otro aumento hacia los 90 segundos. Con las sesiones siguientes se alcanzó de nuevo el estado estable.

En el caso del pichón, también se evidenció la formación del festón con ambos criterios temporales como lo obtenido en los estudios de Ferster y Skinner, (1967). Como se

aclaró anteriormente, en este experimento no fue posible la replicación sistemática, pero la ejecución se corresponde con otras ejecuciones típicas de estos programas de reforzamiento con otras aves.

En los estudios de Hanson y Killeen (1981), Higa (1996), y Higa y Pierson (1998) se evidenció una variación de la pausa postreforzamiento de acuerdo a la duración del intervalo, a medida que el intervalo era más largo, la pausa se incrementaba. Esto último se hizo también evidente en el segundo experimento de este trabajo, ya que en la fase B la ejecución se mantuvo, y a medida que transcurrió el resto de las sesiones, la discriminación se hizo más precisa, ya que durante la primera parte del intervalo, la pausa posterforzamiento se alargó (se evidencia una tasa de respuesta de cero) y hacia los 36 segundos del intervalo fue que comenzó el aumento progresivo de las respuestas hasta el final del intervalo.

De modo que tanto la formación del festón como el alargamiento de la pausa postreforzamiento como función del aumento del intervalo fijo, son indicadores que sustentan que la ejecución de un solo sujeto para este experimento podría ser representativa de la ejecución de otros de su misma especie, y por lo tanto generalizable. Por lo anterior, la ejecución de un solo sujeto en este programa, se considera representativa de la especie. Además el interés del trabajo se centra en propiedades formales del comportamiento, no en niveles absolutos o medidas directas de la tasa de respuesta (Skinner 1938/1975).

El cambio de criterio alteró de forma más contundente la ejecución de las ratas que la del pichón, ya que durante la primera sesión de 90 segundos pudo observarse cierto patrón de estabilización de la tasa de respuesta hacia los 30 segundos (criterio fijo de la línea base) y descenso de la misma, para luego re
stablecerse y acelerarse hasta el nuevo criterio. Esto último no ocurrió con la ejecución del pichón, ya que durante la primera sesión de la fase B la ejecución se mantuvo positivamente acelerada hacia el final del intervalo de 90 segundos.

El desarrollo del control temporal ha sido entonces evidenciado tanto en los mamíferos como en aves ante intervalos de duración variable (30 y 90 segundos) como lo han reportado también Wynne y Staddon (1992) a través de la postergación de la emisión de la conducta operante después de la administración del reforzador. Los cuartos de vida obtenidos para estas dos especies también evidenciaron que la cantidad de respuestas emitidas aumentaba a partir de la mitad del intervalo correspondiente. Estos cuartos de vida

aumentaron considerablemente en la proporción y dirección esperadas con el cambio de criterio temporal. La mayor cantidad de repuestas estuvo concentrada en los últimos *bins* (5 a 10) como lo reportaron Zeiler y Powell (1994). Estos autores hicieron hincapié en el aspecto conductual a considerar para establecer diferencias cuantitativas entre las ejecuciones, en este caso la formación del festón a través de la pausa postreforzamiento y la aceleración final de la tasa de respuesta fueron los aspectos centrales en los ensayos de IF.

En cuanto al desarrollo de este control temporal, se consideraron dos velocidades descritas como lentas (Wynne y Staddon, 1992) y rápidas (Higa, 1996; Higa, Thaw y Staddon, 1993). Esta clasificación se basa en el número de sesiones que se necesitan para alcanzar la ejecución del festón. Para esta investigación fue más bien un proceso rápido de formación en los vertebrados endodérmicos, ya que a partir de las primeras sesiones ya se evidenciaba el patrón incipiente. Sin embargo, la ejecución típica fue alcanzada con anterioridad en el pichón que en las ratas; esto puede explicarse en función de la naturaleza de la operante seleccionada para cada especie y con la duración del intervalo.

Esto último concuerda con lo que Wynne y Staddon (1988) encontraron en sus estudios de discriminación de criterios temporales con pichones, donde estos organismos demostraron ser efectivos en la discriminación de patrones mayores de 20 segundos. También Higa, Wynne y Satddon (1991), y Roberts y Boisvert (1998) señalaron la capacidad de los pichones para transferir la habilidad de manejo de parámetros temporales de intervalos cortos a intervalos de mayor duración, y una habilidad para rastrear sistemáticamente intervalos interrefuerzo variables que pueden generalizarse a otras secuencias específicas.

Además, como se mencionó anteriormente la naturaleza de la operante es crucial en los resultados obtenidos, ya que el picoteo, a diferencia de la opresión de palanca, es una conducta consumatoria, y el refuerzo en estos experimentos fue de alimento. Por lo tanto, el picoteo desarrolla una asociación más fuerte con el alimento y se relaciona más con una conducta específica de la especie, que puede contribuir con ejecuciones más efectivas (Lowe y Harzem, 1977).

En cuanto a la ejecución en los ensayos de IF de la tortuga, no se obtuvo el festón. Esta evidencia obtenida no se correspondió con la hipótesis inicialmente establecida en este trabajo en la que se esperaba que este sujeto alcanzara tanto el festón del IF como la tasa de máxima respuesta. Las respuestas emitidas por este organismo en el procedimiento de pico

fueron de carácter variable y escaso, en el sentido de que poseyeron un patrón desordenado y hubo ensayos en los que no hubo emisión de la operante (opresión de palanca con una de las patas). Esto es consistente con lo reportado por Fernández y Arias (1983), y Lejeune (1990) relativo a que estos animales poseen una escasa regulación temporal.

En los ensayos de pico, en los que no se entregó reforzador y la duración fue del doble del IF más un componente aleatorio, las distribuciones de las respuestas obtenidas para las ratas resultaron de una homogeneidad mayor que las distribuciones de respuestas obtenidas con el pichón, seguidamente las distribuciones con mayor dispersión fueron las obtenidas por la tortuga. Este hallazgo fue consistente con las hipótesis relativas a la homogeneidad.

En las hipótesis propuestas se estableció que las respuestas emitidas por las ratas serían de mayor homogeneidad que las obtenidas para los pichones. Esto ocurrió para ambas fases, los coeficientes de variación fueron mayores para las distribuciones de tiempos acumulados desde el inicio del ensayo del pichón que para las ratas, y en el caso de la tortuga no se pudo realizar el cálculo debido a la escasez de repuestas, pero su forma desordenada y las medianas obtenidas, evidenciaron una dispersión mucho mayor que la obtenida par el pichón. Sin embargo, la mediana de medianas por sesión obtenidas para la tortuga en la fase B, reflejaron un incremento que indica un aumento de los tiempos de emisión de máxima tasa de respuesta, lo cual corresponde según Higa (Comunicación Personal, Junio 15, 2000) a cronometraje proporcional, que será explicado posteriormente.

Siguiendo lo anterior, Lejeune (1990), Lejeune y Wearden (1991) y Richelle y Lejeune (1984) encontraron que dentro de una serie de organismos, los que obtuvieron una medida de control temporal mayor (coeficiente de variación) fueron las tortugas. Además establecieron una serie de posiciones en las que las ratas resultaron discriminar de forma más precisa (coeficientes de variación bajos) en intervalos fijos desde 20 a 90 segundos; seguidamente y en ubicación de menor precisión los pichones, con los mismos intervalos y en la menor escala, las tortugas de agua dulce.

En el caso de este trabajo no se pudieron calcular estos coeficientes para la tortuga, ya que el número de respuestas por ensayo de pico no sobrepasó las seis respuestas, por lo que las distribuciones se hicieron excesivamente pequeñas para el cálculo. Sin embargo, las

medianas mostraron la elevada variabilidad entre ensayos de momentos en los que se emitieron las respuestas.

Esta variabilidad que resultó en patrones desordenados de respuesta en contraposición a los festones obtenidos con las otras especies, puede responder a que los reptiles operan en una escala temporal más lenta que la mayoría de los vertebrados endodérmicos (Font, 1996). Este punto hace que la condición biológica de regulación metabólica característica de los reptiles se asocie con la lentitud en su motilidad y por tanto, en la emisión de escasas respuestas que implican movimiento. La diferencia con los vertebrados endodérmicos radica en que los vertebrados ectodérmicos dependen de fuentes externas de calor para regular su ritmo metabólico. Esta última diferencia trae como consecuencia distintos patrones de alimentación y movimiento entre ambas clasificaciones de animales.

En los vertebrados ectodérmicos el consumo de alimento es más esporádico que en los vertebrados endodérmicos, ya que su ritmo metabólico es más lento, por lo que la privación en este tipo de experimentos se torna más complicada que con los vertebrados endodérmicos. La privación, el tipo de reforzador, la operante, y la duración de los intervalos son factores importantes para el establecimiento de comparaciones en estos patrones de reforzamiento como lo apuntaron Bitterman (1975); Lejeune (1990) y Richelle y Lejeune (1984).

En el experimento 3 se empleó el alimento como reforzador y se llevó al organismo al 90% de su peso, pero si se consideran las diferencias anteriores, la luz y el calor pudieran ser reforzadores más potentes para investigaciones posteriores ya que existe una privación biológicamente determinada. También existen investigaciones que han usado privación de aire en tortugas (Catania, Comunicación Personal, Mayo 28, 2000) ya que es un elemento evidentemente necesario en la vida de los animales.

Como es un organismo con el que se ha realizado menor número de investigaciones específicamente en la discriminación temporal, ya que se conocen estudios de percepción espacial (Yerkes, 1904), de percepción visual (Laurent, 1983; Merchan , 1992). Son pocos los estudios conocidos en el fenómeno de cronometraje con estas especies, por lo que es necesario realizar más estudios en los que se prueben otros reforzadores como los anteriormente sugeridos de forma justificada, y quizá otras modalidades de operantes.

Esto último tiene sentido ya que Font (1996) ha establecido que a pesar de que los reptiles operan en una escala temporal más lenta que los vertebrados endodérmicos, cuando se toman e consideración factores biológicamente relevantes como la temperatura, el tipo alimentario preferido, la frecuencia de alimentación y los ritmos estacionales, estos animales son capaces de aprender tareas complejas que igualmente pueden ser resueltas por mamíferos y aves.

Se hace necesaria entonces la continuidad de esta línea de investigación para incrementar el conocimiento conductual que se tiene sobre las tortugas, y probablemente para hacer que parte de la hipótesis anteriormente expuesta pueda corroborarse. Además, es importante la consideración de factores biológicos y ambientales para comprender de forma más completa el comportamiento de los animales.

Lo que sucede tanto con los pichones como con las ratas es que existe un cuerpo de evidencia empírica mucho más grande que con las tortugas. Desde los inicios de la psicología experimental por razones operativas era mucho más fácil trabajar con ratas que con otros organismos (Beach, 1950). Esto también hizo que el desarrollo de la instrumentación de laboratorio girara en torno a las características de estos y no de otros animales. El desarrollo casi artesanal de los equipos para el trabajo con tortugas es también un punto importante en la posibilidad de comparación de ciertos patrones conductuales con otras especies.

Estos indicadores obtenidos, el festón del IF, la tasa máxima, y la homogeneidad interpretada a partir del coeficiente de variación de los tiempos acumulados a partir del inicio de cada intervalo de un ensayo de pico, contribuyen en el estudio del fenómeno del cronometraje. Ciertamente en los mamíferos y las aves o vertebrados endodérmicos se evidencia esta habilidad de los organismos para detectar, integrar y usar información temporal (Domjan, 1998; Higa, 1997).

Higa (2000) justifica el estudio del cronometraje porque es un fenómeno: (a) universal; (b) con valor adaptativo; y (c) es un proceso fundamental en el aprendizaje y el condicionamiento. A partir de esto y tomando en cuenta los hallazgos de las investigaciones revisadas y los obtenidos en este trabajo, la universalidad del fenómeno es algo que aún requiere de una continuación en la investigación como antes e mencionó. Quizá la

universalidad constituya para Higa y para otros investigadores que han sido citados en este trabajo, uno de los puntos que impulsa la investigación.

La universalidad hace referencia a que esto ocurra en todos los organismos y como bien señalan desde 1984 Richelle y Lejeune, los estudios comparativos entre especies han sido muy pocos, y hasta hace poco tiempo se limitaban a ocurrir solamente en ciertos laboratorios por aquellas razones operativas limitantes y el desarrollo restrictivo de instrumentos para ciertas especies. Ahora, a pesar de que estos autores no sólo han trabajado con diferentes especies, sino que han recolectado resultados de otras especies para contrastar el comportamiento de estos animales bajo programas con requerimientos temporales, las evidencias siguen siendo pocas como para hablar de un fenómeno universal.

Además, lo obtenido con la tortuga en este estudio ¿está siendo realmente evidencia empírica de esa habilidad contemplada en el cronometraje? Al no obtenerse ninguno de los indicadores, entonces ¿puede tratarse al fenómeno como universal? La respuesta hasta aquí podría ser negativa, pero la necesidad de una continuación en la investigación vuelve a emerger. Las restricciones de control experimental relacionadas con la instrumentación podrían ser un componente explicativo importante y en pro de la universalidad del fenómeno si se perfeccionan y computarizan los aparatos.

Luego, en cuanto a la segunda justificación, la del valor adaptativo, es innegable que el manejo del tiempo juega un papel importante en la supervivencia de los organismos en su hábitat natural. Como para este trabajo se ha tomado como eje la definición de la Psicología Comparada como una disciplina científica encargada del estudio del comportamiento de los organismos, comparándolos entre sí y tomando en cuenta su adaptación al ambiente (Colmenares, 1996; Papini, Salas y Muzio, 1999), entonces se procederá a resaltar qué valor tiene el manejo de estas relaciones temporales para los organismos.

Las actividades como la búsqueda de alimento, el momento de apareamiento, el momento preciso de defenderse ante los predadores, la migración. Todos constituyen actividades que ponen en juego la supervivencia animal, y para que puedan ser efectivos en su enfrentamiento, es precisa la emisión de determinadas conductas en determinados momentos (Colmenares, 1996; Higa, Comunicación Personal, Mayo 27, 2000; Zeiler y Powell, 1994).

En este punto cabe la distinción entre cronobiología o cronometraje periódico y el cronometraje de intervalo (Aschoff, 1990; Church y Broadbent, 1991; Lejeune, 1990; Richelle y Lejeune, 1984). Para este trabajo la perspectiva del cronometraje de intervalo fue la principal, ya que se trató de observar la sensibilidad a la duración de ciertos intervalos y el manejo de dicha información temporal a través de la manipulación de los diferentes momentos de administración del reforzador a través del procedimiento de pico. Tanto la cronobiología como el cronometraje de intervalo se encuentran muy relacionados, ya que muchos de los hallazgos que se han encontrado en el laboratorio con experimentos de la segunda perspectivas, han sido extrapolados a conductas que se observan en el hábitat natural de diversos organismos (Lejeune, 1990).

El valor adaptativo que fue mencionado con anterioridad se refiere en su mayoría a la supervivencia de los organismos en su hábitat natural. Este valor adaptativo puede ser estudiado por estas dos perspectivas del estudio del cronometraje y se relaciona con el aspecto evolutivo del cronometraje (Colmenares, 1996; Papini, Salas y Muzio, 1999) ya que contempla el origen de dichos comportamientos con dicho valor. "La evolución biológica es el resultado de una interacción entre especializaciones adaptativas y constreñimientos filogenéticos" (Papini, Salas y Muzio, 1999 p.16).

La visión actual de la filogenia no se corresponde con la escala que supone una continuidad lineal entre especies , sino un conjunto de radiaciones de un ancestro común (Papini, Salas y Muzio, 1999). Las diferencias comportamentales muchas veces han sido directamente atribuidas a estructuras anatómicas y a funciones bioquímicas específicas, pero en la actualidad se han descubierto varias homologías entre mamíferos, aves y reptiles del sistema nervioso central (específicamente el telencéfalo), lo cual contribuye con el respaldo de la generalidad de los procesos de aprendizaje.

La estabilidad de los procesos generales se apoya en la capacidad de los vertebrados para formar asociaciones entre estímulos, la relación directa entre la tasa de adquisición y magnitud del reforzamiento, el aprendizaje espacial y el ajuste a diferentes programas de reforzamiento (Lejeune y Wearden, 1991). Estos ejemplos de la estabilidad han sido evidenciados en las tres especies centrales de este trabajo. Ya en las dos especies más estudiadas a saber, ratas y pichones, han sido resaltadas numerosas veces. En tortugas *Chrysemys picta picta*, Pert y Gonzalez (1974) encontraron una relación positiva entre la magnitud del refuerzo y la resistencia a la extinción, y un decremento gradual de la respuesta

como función de una reducción de la magnitud del refuerzo. También Yerkes (1904) Granda y Maxwell (1978) y Tinklepaugh (1932) han estudiado la percepción de la profundidad y aprendizaje en laberintos con tortugas *Chrysemys picta bellii.*

Por lo anterior, y resaltando que para este estudio se encontró cronometraje proporcional (Higa, 2000) en la tortuga, y el festón , tasa máxima y homogeneidad correspondiente en ratas y el pichón; el cronometraje podría tratarse como un proceso general, y además con valor adaptativo. Las diferencias entre el comportamiento de las tres especies estudiadas no necesariamente indican que el fenómeno no ocurra. Además deben tomarse en cuenta la consideraciones metodológicas y biológicas anteriormente resaltadas para llegar a conclusiones más contundentes.

Ha sido frecuente en la literatura sobre aprendizaje de los últimos años encontrar puntos de vista contrapuestos en cuanto a la generalidad de dicho proceso y las conductas típicas de la especie, de arraigo más bien biológico (Johnston, 1981). "La postura de procesos generales del aprendizaje es compatible con la biología evolutiva y también con la realidad biológica de la adaptación" (Papini, Salas y Muzio, 1999 p.25). En este punto la pregunta que se hizo Lejeune en 1990 es aún crucial para este estudio: ¿Es acaso que gran diversidad de resultados experimentales pueden ser encajados en un molde general, o es más adecuado y directo considerar al cronometraje del comportamiento desde una perspectiva biológica que justifica la existencia de las diferencias a partir de una continuidad evolutiva?

Dentro del aspecto evolutivo, varios autores han coincidido en considerar a la anagénesis como concepto fundamental en la teoría de la psicología comparada (Capitanio y Leger, 1979; Gottlieb, 1984; Lejeune y Wearden, 1991; Yarczower y Hazlett, 1977; Yarczower y Yarczower, 1979). La anagénesis se refiere a la adaptación y mejoría progresiva de las estructuras y funciones organísmicas; y estos animales estudiados evolucionaron por un proceso paralelo.

La adaptación implica no solamente la evolución de los procesos de aprendizaje , sino las presiones ecológicas que han tenido que ser afrontadas por los diversos organismos. La cantidad de presiones ecológicas como el aire, las profundidades del mar, las diversas temperaturas; "sugieren la existencia de una diversidad paralela en los procesos de aprendizaje" (Papini, Salas y Muzio, 1999 p.25). Esta postura asume que los procesos de aprendizaje deben estar calibrados a las presiones ecológicas de cada especie.

Como en este caso, el comportamiento es lo que se toma en cuenta para explicar las diferencias y cambios evolutivos, los registros fósiles como indicaron Papini, Salas y Muzio (1999) no evidencian estos cambios, y tampoco es el objetivo de este trabajo señalar los cambios anatómicos y fisiológicos de cada organismo para relacionarlo con cambios conductuales; aunque no debería perderse de vista este posibilidad para trabajos posteriores.

Tanto Thorndike y Pavlov desde el siglo pasado habían llegado a desarrollar la idea la generalidad de los principios de aprendizaje, a pesar de las diferencias encontradas en sus estudios con varias especies. Ante esto Bitterman (1975) afirmó que ciertamente debe haber comunalidad en los procesos, pero que para la comparación es recomendable estudiar varios niveles de las variables independientes. Además estas comparaciones apuntan a hacia la posibilidad de considerar cambios evolutivos.

Lo que Thorndike (1898; cp. Bitterman, 1975) estableció sobre el mejor equipamiento de un animal para aprender ciertas tareas sobre otros, hace llegar directamente al punto de que los procesos de aprendizaje no pueden considerarse aisladamente de los constreñimientos organísmicos. Esto ya ha sido mencionado anteriormente, pero más en profundidad el esquema presentado por Bitterman (1975) de las relaciones evolutivas entre especies (ver Figura 1) puede ayudar dar cuenta de las diferencias en el comportamiento entre especies.

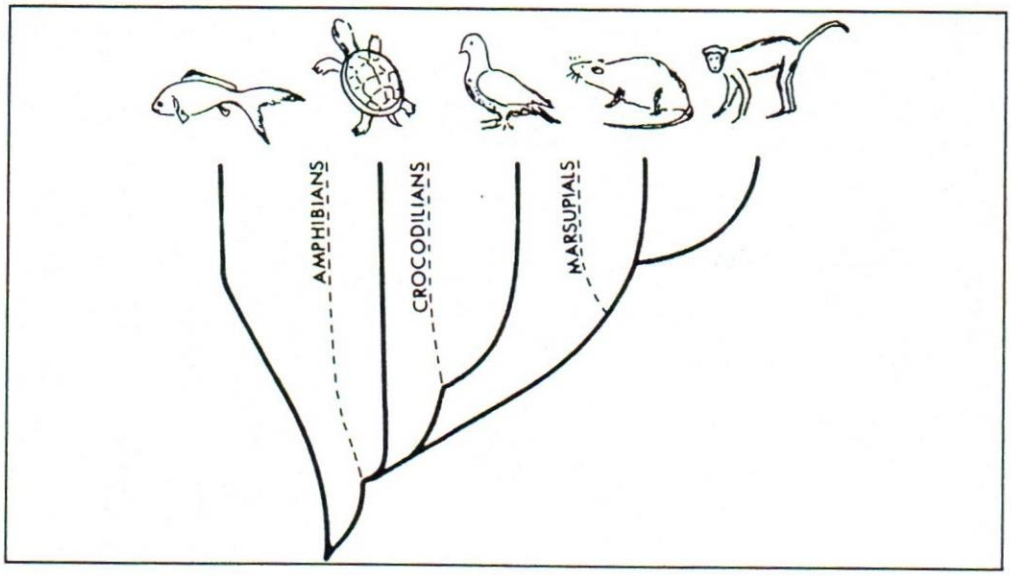


Figura 1. Esquema de las relaciones evolutivas entre especies (Bitterman, 1975).

De acuerdo a esta figura, Bitterman (1975) estableció que al realizar comparaciones entre especies, éstas deben ser consistentes con las relaciones evolutivas. Por ejemplo, este autor resalta que si un fenómeno característico de ratas y monos ha fracasado en un curso de investigación intensiva en peces o pichones; pues, poco esfuerzo habrá que invertir en conocer que dicho fenómeno no aparecerá en tortugas. Si este fenómeno apareciera en peces (Bittreman, 1975; Higa, 2000) y pichones (todos los mencionados en este estudio aunados a los de este mismo) , como es el caso del cronometraje, entonces, vale la pena investigarlo en tortugas.

Si bien esta ordenación evolutiva de la figura pudiera ser arbitraria, y tomando en cuenta la visión radial de la filogenia, una de las formas aceptadas para ordenar a los organismo es con respecto a su cercanía con el ser humano (Bitterman, 1975). Por lo tanto, estas comparaciones pudieran tener relevancia para el estudio de la evolución del comportamiento.

Las semejanzas encontradas el comportamiento de ratas, el pichón y la tortuga en el sentido de la posibilidad de manejo de información temporal pueden explicarse porque el cronometraje es un fenómeno de aprendizaje universal que ocurre en todos los organismos. Ahora, las diferencias tienen un arraigo evolutivo que tienen que ver con las presiones ecológicas típicas de cada especie, y los constreñimientos biológicos particular. Por ende, para asumir estas características entre especies, aparte de deber continuar con la investigación variando ciertos parámetros metodológicos ya explicados, hay que tomar en cuenta aspectos biológicos y ecológicos.

En cuanto a las perspectivas teóricas que intentan explicar el fenómeno de cronometraje, se procederá a hacer una revisión de qué parámetros teóricos habría que variar para que estas teorías pudieran dar cuenta de las diferencias entre las especies en dicho fenómeno. Si bien se aclaró en varios puntos del trabajo que el objetivo no se centra en probar o apoyar alguna teoría, es relevante de todos estos desarrollos que no se detienen a explicar cómo varían dicho parámetros en las diferentes especies, más bien otros autores que se dedican al análisis comparativo, han iniciado este trabajo (Lejeune, 1990).

Una de las teorías con mayor difusión y cuestionamiento es la teoría Escalar (Gibbon, 1977). A un nivel comportamental esta teoría tiene dos requisitos: (1) la constancia

del coeficiente de variación; (b) precisión de la media, es decir, que la media de la distribución de las estimaciones temporales debe aparearse con el tiempo real. Como pudo apreciarse en los tres experimentos llevados a cabo en esta investigación, la propiedad escalar, referida al primer requisito, se cumplió para las ratas y para el pichón. Para la tortuga se encontró la propiedad proporcional , como se ha encontrado en peces (Higa, 2000) que se refiere al incremento de los tiempos de estimación de la tasa máxima en relación al aumento del criterio de IF.

Existe gran cantidad de evidencia empírica que ha sido mencionada anteriormente que es congruente con la propiedad escalar. Ahora, si se retoman las partes que componen a este modelo cognitivo, la base de su funcionamiento radica en el tan criticado y *oscuro* marcapasos (Killeen y Fetterman, 1993). Este generador de pulsos o reloj interno no ha sido exhaustivamente detallado, y su frecuencia depende del ritmo metabólico de cada animal, y como se ha resaltado, los organismo empleados en esta investigación poseen diferencias evidentes en este punto.

No solamente la frecuencia del reloj interno, sino que el parámetro motivacional *(H)* está en función también de la regularidad de consumo de alimento, y por ende de la relevancia de la privación para cada organismo. La expectativa de refuerzo entonces varía según estas propiedades brevemente descritas. Finalmente, los parámetros de ejecución obtenidos muestran diferencias claras, lo cual no quiere decir que en unos animales es posible el manejo del tiempo o exista una sensibilidad hacia el mismo, y en otros no; sino que ocurre de manera diferente.

El punto de la frecuencia del reloj interno lleva a pensar también en una variación de la perspectiva de los osciladores como visión más de corte biológico. Este enfoque es más consistente con la perspectiva de la cronobiología, más que con el cronometraje de intervalo. El *realismo biológico* típico de esta perspectiva descrito por Shettleworth (1998) apoya lo anterior.

Staddon y Higa (1999) reaccionaron ante la Teoría Escalar, básicamente porque la propiedad escalar previamente mencionada ocurre solamente cuando se trata del estudio de estados estables del comportamiento (Sidman, 1973). Es importante también el cronometraje en estados de transición, pero como se ha hecho claro en esta investigación se consideraron solamente estado estables. En este punto es importante destacar que no necesariamente el

mismo número de sesiones para las tres especies puede ser suficiente para alcanzar un estado estable. Por ejemplo, en el caso donde fue evidente la propiedad escalar (en ratas y el pichón) se obtuvo una línea base con cierta estabilidad, quizá sea necesario un mayor número de ensayos en tortugas para alcanzar estados estables, pero como inicialmente se decidió mantener todas las condiciones estables para una primera comparación, se repitieron los experimentos de forma análoga en los tres casos.

En la línea de Staddon y Higa (1999) los marcadores temporales varían también según la especie, en el sentido de que el alimento es mucho más relevante para los vertebrados endodérmicos que para los ectodérmicos: Para los vertebrados ectodérmicos probablemente un marcador más relevante sería el calor, por su condición biológica.

La teoría conductual establece que las conductas adjuntivas hacen las veces de estímulos discriminativos que forman una cadena que termina en el momento del reforzamiento (Killeen y Fetterman, 1993). Estas conductas adjuntivas o mediadoras obtenidas durante los tres experimentos (Laties, Weiss, Clark y Reynolds, 1965) son cadenas emergentes de respuestas espontáneas que surgen en programas que requieren de espaciamiento temporal de las respuestas operantes.

Las conductas mediadoras típicas de cada especie, tuvieron mayor probabilidad de ocurrencia durante los intervalos fijos en los que no hubo administración de refuerzo. Estas conductas fueron estímulos discriminativos que ayudaron a que el mantenimiento y aumento de ocurrencia de la operante se incrementara hacia el final de cada intervalo fijo. De manera que después de la administración de un refuerzo, ocurría por unos segundos la pausa postreforzamiento, seguidamente conductas mediadoras que se fueron encadenando a la operante particular, hasta hacerse más frecuente esta última, y finalmente volver a administrarse el refuerzo. El estudio de estas conductas y su análisis a través de cadenas markovianas conforma otro tema que pudiese investigarse en el futuro.

Esta teoría flexibiliza el parámetro del reloj interno estableciendo que el tiempo entre los pulsos es una variable aleatoria. Sin embargo, ni la teoría escalar ni la conductual explican el flujo conductual en tiempo real. Para la descripción y explicación del comportamiento en tiempo real Machado (1997) desarrollo un modelo dinámico que entre sus componentes principales tiene a la respuesta operante en sí misma. Este parámetro varía

de acuerdo a la especie, y a su vez hace que los dos parámetros restantes tengan que adecuarse a la operante en cuestión.

Según los autores principales del modelo bioconductual para la explicación del cronometraje (Donahoe y Burgos, 1999) el modelo de redes neurales elimina el supuesto del reloj interno para dar cuenta de este fenómeno. Sin embargo, cuando exponen que el tiempo en dicho modelo se maneja bajo unidades discretas, ¿esto no termina siendo análogo a los pulsos generados por el marcapasos de las otras teorías?

La discusión anterior tuvo como finalidad hacer una breve revisión de las posibilidades de variación de los parámetros teóricos de algunas perspectivas que intentan dar cuenta del fenómeno de cronometraje. Sin embargo, y como anteriormente se remarcó, la intención principal de esta investigación fue la de comparar las diferencias y semejanzas del comportamiento de los vertebrados endodérmicos y ectodérmicos bajo la instauración del procedimiento de pico.

6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El cronometraje es un fenómeno de aprendizaje que ocurre en diversas especies animales de formas características de acuerdo a su constitución biológica y a su entorno ecológico. Por lo anterior, los experimentos comparativos deben hacerse con diferentes niveles de variables independientes: intervalos, refuerzo, privación y clase de operante para incrementar la posibilidad de comparación, y sobre todo para adecuar las condiciones experimentales a cada especie de acuerdo a sus características típicas.

Los experimentos llevados a cabo sin embargo, constituyen el inicio o punto de referencia para continuar la investigación en el manejo de información temporal. Además de representar una pequeña contribución instrumental con posibilidades de perfeccionamiento en para el aprendizaje en tortugas.

En conjunto con las evidencias empíricas revisadas y obtenidas, puede apreciarse que las ratas bajo ciertas condiciones experimentales son más precisas en la discriminación temporal de intervalos que los pichones, y a su vez estos últimos son más precisos que las tortugas. Esta línea de precisión en la discriminación o uso de la información temporal ha sido justificada por la posición de cada especie en la escala filogenética de dichas especies.

La selección de las especies empleadas en este estudio ha sido congruente con la consistencia evolutiva mencionada por Bitterman (1975), de modo que son necesarios más estudios que tengan a estas especies, y sobre todos a las tortugas como sujetos experimentales.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Anderson, A. C. (1932). Time discrimination in the white rat. *The Journal of Comparative Psychology*. 13, 27-55.

Armington, J. C. (1954). Spectral sensitivity of the turtle, Pseudemys. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*. 47, 1-6.

Arnau, J. (1990). *Diseños experimentales en psicología y educación*. Vol. 2. México: Trillas.

Aschoff, J. (1990). Circadian temporal orientation. En D.E. Blackman y H. Lejeune (Ed). *Behaviour Analysis in Theory and Practice. Contributions and Controversies.*(pp. 3-31). Hove: LEA.

Barnett, S. A. (1963). *The rat a study in behaviour*. Chicago: Aldine Publishing Company.

Beach, F. A. (1950). The snark was a boojum. *The American Psychologist.* 5, 115-124.

Bernstein, I. S. (1987). Comparative psychology: The next 100 volumes. *Journal of Comparative Psychology*. 101, 321-322.

Bitterman, M. E. (1975). The comparative analysis of learning. are the laws the same in all animals? *Science*. 188, 699-709.

Bizo, L. A. y White, K. G. (1997). Timing with controlled reinforcer density: Implications for models of timing. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes.* 23, 44-55.

Boring, E. G. (1978/1992). *Historia de la psicología experimental*. México: Trillas.

Bower, G. H. y Hilgard, E. R. (1992). *Teorías del Aprendizaje*. México: Trillas.

Bradshaw, A. L. y Poling, A. (1991). Choice by rats for enriched versus standard home cages: Plastic pipes, wood platforms, wood chips, and paper towels as enrichement items. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 55, 245-250.

Breukelaar, J. W. C. y Dalrymple-Alford, J. C. (1998). Timing ability and numerical competence in rats. *Journal of the Experimental Psychology: Animal Behavior Processes.* 24, 84-97.

Cadwallader, T. C. (1987). Origins and accomplishments of Joseph Jastrow´s 1888-founded chair of comparative psychology at the University of Wisconsin. *Journal of Comparative Psychology*. 101, 231-236.

Capitanio, J. P. Y Leger, D. W. (1979). Evolutionary scales lack utility: A reply to Yarczower and Hazlett. *Psychological Bulletin*. 20, 876-879.

Carthy, J. D. (1970). *La conducta de los animales*. Barcelona: Salvat.

Catania A. C. (1970/1979). Programas de reforzamiento y juicios psicofísicos, estudio de algunas propiedades temporales de la conducta. En W. N. Schoenfeld (Ed). *Teoría de los programas de reforzamiento* (15-64). México: Trillas.

Catania, A. C. (1971). Reinforcement schedules: The role of responses preceding the one that produces the reinforcer. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 15, 271-287.

Cheng, K. y Westwood, R. (1993). Analysis of single trials in pigeons' timing performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 19, 56-67.

Cheng, K., Westwood, R. y Crystal, J. D. (1993). Memory variance in the peak procedure of timing in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior.* 19, 68-76.

Church, R. M. (1984). Properties of the internal clock. En J. Gibbon y L. Allan (Ed). *Annals of the New York Academy of Sciences* V.423 (567-582). Nueva York: The New York Academy of Sciences.

Church, R. M. y Broadbent, H. A. (1991). A connectionist model of timing. En M. Commons, S. Grossberg y J. Staddon (Eds.). *Neural models of conditioning and action* (pp. 225-240). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.

Church, R. M., Lacourse, D. M. y Crystal, J. D. (1998). Temporal research as a function of the variability of interfood intervals. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*. 24, 291-315.

Colmenares, F. (Ed.) (1996). *Etología, psicología comparada y comportamiento animal.* Madrid: Síntesis Psicología.

Committee on Animal Reserach and Ethics (CARE) (1985). Guidelines for ethical conduct in the care and use of animals. *Science Dictorate*. 1-7.

Darcheville, J. C., Rivière, V. y Wearden, J. H. (1992). Fixed-interval performance and self-control in children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 57, 187-199.

Darwin, C. (1859/1999). *The origin of species*. N. Y. : Bantam.

Domjan, M. (1987). Comparative psychology and the study of animal learning. *Journal of Comparative Psychology*. 101, 237-241.

Domjan, M. (1998). *The principles of learning and behavior.* California: Brooks/Cole.

Donahoe, J. W. y Burgos, J. E. (1999). Timing without a timer. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 71, 257-263.

Donahoe, J. W., Burgos, J. E. y Palmer, D. C. (1993). A selectionistic approach to reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 60, 17-40.

Doré, F. Y. y Kirouac, G. (1987). What comparative psychology is about: Back to the future. *Journal of Comparative Psychology*. 101, 242-248.

Epstein, R. (1987). Comparative psychology as the praxis views it. *Journal of Comparative Psychology*. 101, 249-253.

Ethical Principles of Psychologists (1990). *American Psychologist*. 45, 390-395.

Fernández, F. y Arias, M. F. (1993). La adaptación temporal del comportamiento: Aspectos básicos y comparados. En J. I. Navarro (Ed.). *Aprendizaje y memoria humana aspectos básicos y evolutivos* (pp. 481-520). Madrid: Mc Graw Hill Interamericana.

Ferster, C. B. y Skinner, B. F. (1957). *Schedules of reinforcement*. New Jersey: Prentice Hall.

Fetterman, J. G. y Killeen, P. R. (1995). Categorical scaling of time: Implications for clock-counter models. *Journal of Experimental Psychology*. 21, 43-63.

Font, E. (1996). Los sentidos químicos de los reptiles. Un enfoque etológico. En F. Colmenares (Ed.) *Etología, Psicología Comparada y Comportamiento Animal* (pp. 197-260). Madrid: Síntesis Psicología.

Galef, B. G. Jr. (1987). Comparative psychology is dead! Long live comparative psychology. *Journal of Comparative Psychology*. 101, 259-261.

Gibbon, J. (1977). Scalar expectancy theory and weber´s law in animal timing. *Psychological Review*. 84, 279-325.

Gollub, L. R. (1964). The relations among measures of performance on fixed-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 7, 337-343.

Gottlieb, G. (1983). Evolutionary trends and evolutionary origins: relevance to theory in comparative psychology. *Psychological Bulletin*. 14, 77-92.

Granda, A. M. y Maxwell, J. H. (1978). The behavior of turtles in the sea, in freshwater, and on land. En D. Mostofsky (Ed.). *The Behavior of Fish and Other Aquatic Animals* (pp. 237-280).New York: Academic Press.

Hanson, S. J. y Killeen, P. R. (1981). Measurement and modeling of behavior under fixed-interval schedules of reinforcemente. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*. 7, 129-139.

Hayes, W. N. y Ireland, L. C. (1978). Visually guided behavior of turtles. En D. Mostofsky (Ed.). *The Behavior of Fish and other Aquatic Animals* (pp. 281-317). New York: Academic Press.

Higa, J. J. (1996). Dynamics of time discrimination: II. The effects of multiple impulses. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 66, 117-134.

Higa, J. J. (1997). Research Interests (WWW document). URL http://psych.duke.edu/jers/higa.htm.

Higa, J. J. (2000). *Timing*. SQAB Preeminent Tutorials. Mayo 27. Twenty third Annual Conference, Washington, D. C. Society for the Quantitative Analysis of Behavior.

Higa, J. J. y Pierson, D. (1998). Temporal control in rats: Analysis of nonlocalized effects from short interfood intervals. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 70, 35-43.

Higa, J. J., Thaw, J. M. y Staddon, J. E. R. (1993). Pigeons' wait-time responses to transitions in interfood-interval duration: Another look at cyclic schedule performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 59, 529-541.

Higa, J. J., Wynne, C. D. L. y Staddon, J. E. R. (1991). Dynamics of time discrimination. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*. 17, 281-291.

Hinde, R. A. (1977). *Introducción a la etología para psicólogos*. Buenos Aires: Nueva Visión.

Hoyert, M. S. (1992). Order and chaos in fixed-interval schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 57, 339-363.

Jasselette, P., Wearden, J. H. y Lejeune, H. (1990). The perching response and the laws of animal timing. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes.* 16, 150-161.

Johnston, T. D. (1981). Contrasting approaches to a theory of learning. *The Behavioral and Brain Sciences*. 4, 125-173.

Kantor, J. R. (1990). *La evolución científica de la psicología*. México: Trillas.

Kerlinger, F. N. (1988). *Investigación del comportamiento.* México: Mc Graw Hill Interamericana.

Killeen, P. R. y Fetterman, G. (1988). A behavioral theory of timing. *Psychological Review*. 95, 274-295.

Killeen, P. R. y Fetterman, J. G. (1993). The behavioral theory of timing transition analyses. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 59, 411-422.

Laties, V. G., Weiss, B., Clark, R. L. y Reynolds, M. D. (1965). Overt "mediating" behavior during temporally spaced responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 8, 107-116.

Laurent, E. (1983). *Regulation temporelle acquise chez une tortue d'eau douce. Pseudemys scripta elegans (Wied)*. Tesis de Licenciatura no publicada, Universidad de Liège, Bélgica.

Lea, S. E. G. y Dow, S. M. (1984). The integration of reinforcements over time. En J. Gibbon y L. Allan (Ed.). *Annals of the New York Academy of Sciences*, V. 423. (269-277). Nueva York: The New York Academy of Sciences.

Leak, T. M. y Gibbon, J. (1995). Simultaneous timing of multiple intervals: implications of the scalar propery. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes.* 21, 3-19.

Lejeune, H. (1990). Timing: Differences in continuity or generality beyond differences? En D. E. Blackman y H. Lejeune (Ed.). *Behaviour Analysis in theory and practice. Contributions and Controversies*. (pp. 53-90). Hove: LEA.

Lejeune, H., Cornet, S. y Wearden, J.H. (1998). How do mongolian gerbils (Meriones unguiculatus) pass the time? Adjunctive behavior during temporal differentiation in gerbils. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes.* 24, 352-368.

Lejeune, H., Ferrara, A., Simons, F. y Wearden, J. H. (1997). Adjusting to changes in the time of reinforcement: Peak-interval transitions in rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*. 23, 211-231.

Lejeune, H. y Wearden, J. H. (1991). The comparative psychology of fixed-interval responding some quantitative analyses. *Learning and Motivation.* 22, 84-111.

Lorenz, K. (1976). *Evolución y modificación de conducta.* México: Siglo Veintiuno.

Lowe, C. F. y Harzem, P. (1977). Species differences in temporal control of behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 28, 189-201.

Lubinski, D. y Thompson, T. (1993). Species and individual differences in communication based on private states. *Behavioral and Brain Sciences*. 16, 627-680.

Machado, A. (1997). Learning the temporal dynamics of behavior. *Psychological Review*. 104, 241-265.

Martin, P. Y Bateson, P. (1991). *La Medición del Comportamiento*. Madrid: Alianza.

Mayr, E. (1998). *This is biology the science of the living world*. Massachusetts: The Belknap Press of Harvard University Press.

McBride, G. (1987). Ethology and comparative psychology. *Journal of Comparative Psychology*. 101, 272-274.

Merchan, M. (1992). El maravilloso mundo de las tortugas. Madrid: Antiqvaria.

Papini, M., Salas, C. y Muzio, R. N. (1999). Análisis comparativo del aprendizaje en vertebrados. *Revista Latinoamericana de Psicología*. 31, 15-34.

Pert, A. y Gonzalez, R. C. (1974). Behavior of the turtle (Chrysemys picta picta) in simultaneous, successive, and behavioral contrast situations. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*. 87, 526-538.

Poling, A. , Nickel, M. y Alling, K. (1990). Free birds aren't fat: Weight gain in captured wild pigeons maintained under laboratory conditions. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 53, 423-424.

Pryor, K. (1985). *Don't shoot the dog. The new art of teaching and training*. Boston: Bantam.

Rakitin, B. C., Penney, T.B., Gibbon, J. Y Malapani, C. (1998). Scalar expectancy theory and peak-interval timing in humans. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*. 24, 15-23.

Reynolds, G. S. (1968/1977). *Compendio de condicionamiento oper*ante. México: Ciencia de la Conducta.

Richelle, M. y Lejeune, H. (1984). Timing competence and timing performance: A cross-species approach. En J. Gibbon y L. Allan (Ed.). *Annals of tha New York Academy of Sciences*, V. 423. (254-268). Nueva York: The New York Academy of Sciences.

Richelle, , M. y Lejeune, H. (1998). El análisis de las conductas temporales. En R. Ardila, W. López López, A. M. Pérez, R. Quiñones y F. Reyes (compiladores). *Manual de análisis experimental del comportamiento*. (pp. 473-498). Madrid: Biblioteca Nueva.

Roberts, S. (1981). Isolation of an internal clock. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes.*7, 242-268.

Roberts, S. (1982). Cross-modal use of an internal clock. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes.* 8, 2-22.

Roberts, W. A. y Boisvert, M. (1998). Using the peak procedure to measure timing and counting processes in pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*. 24, 416-430.

Roberts, W. A. y Mitchell, S. (1994). Can a pigeon simultaneously process temporal and numerical information? *Journal of Experimental Psychology*. 20, 66-78.

Romanes, G. J. (1884). *Mental evolution in animals*. N. Y. : D. Appleton and Co.

Sams, C. F. y Tolman, E. C. (1925). Time discrimination in white rats. *The Journal of Comparative Psychology*. 5, 255-263.

Shettleworth, S.J. (1998). *Cognition, evolution and behavior.* Nueva York: Oxford University Press.

Sidman, M. (1973). *Tácticas de investigación científica, evaluación de datos experimentales en psicología*. Barcelona: Fontanella.

Silva, A. (1992). *Métodos cuantitativos en psicología*. México: Trillas.

Skinner, B. F. (1938/1975). *La conducta de los organismos*. Barcelona: Fontanella.

Spetch, M. L. y Rusak, B. (1992). Time present and Time past. En W. K. Honig Honig, y J. G. Fetterman (Eds.). *Cognitive Aspects of Stimuls Control.* (pp. 47-67).Hillsdale: Laurence Erlbaum Associates.

Staddon, , J. E. R. (1972). Temporal control and the theory of reinforcement schedules. En R.M. Gilbert y J. R. Millenson (Eds.). *Reinforcement Behavioral Analysis*. Nueva York: Academic Press.

Staddon, J. E. R. y Higa, J. J. (1999). Time and memory: towards a pacemaker-free theory of interval timing. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 71, 215-251.

Staddon, J. E. R. y Frank, J. A. (1975). The role of the peck-food contingency on fixed-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 23, 17-23.

Stubbs, D. A. (1976). Scaling of stimulus duration by pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 26, 15-25.

Terrace, H. S. (1984). Introduction to Timing in Animal Learning and Behavior. En J. Gibbon y L. Allan (Ed.). Annals of the New York Academy of Sciences. (p.199). Nueva York: The New York Academy of Sciences.

Timberlake, W. y Silva, F. J. (1994). Observation of behavior, inference of function, and the study of learning. *Psychonomic Bulletin & Review*. 1, 73-88.

Tinklepaugh, O. L. (1932). Maze learning of a turtle. *The Journal of Comparative Psychology*. 13, 201-206.

Tolman, C. W. (1987). Comparative psychology: Is there any other kind? *Journal of Comparative Psychology*. 101, 287-291.

Wasserman, E.A. (1993). Comparative cognition: Beginning the second century of the study of animal intelligence. *Psychological Bulletin*. 113, 211-228.

Wasserman, E.A. (1997). The science of animal cognition: Past, present and future. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*. 23, 123-135.

Washburn, M. F. (1917). *The animal mind a text-book of comparative psychology*. Nueva York: The Macmillan Company.

Wearden, J. H., Denovan, L., Fakhri, M. y Haworth, R. (1997). Scalar timing in temporal generalization in humans with longer stimulus durations. *Journal of Experimental Psychology*. 23, 502-511.

Wearden, J. H. y Doherty, M. F. (1995). Exploring and developing a connectionistic model of animal timing: Peak prcedure and fixed-interval simulations. *Jornal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*. 21, 99-115.

Woodrow, H. (1928). Temporal discrimination in the monkey. *The Journal of Comparative Psychology*. 8, 395-427.

Wynne, C. D. L. y Staddon, J. E. R. (1988). Typical delay determines waiting time on periodic-food schedules: Static and dynamic tests. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 50, 197-210.

Wynne, C. D. L. y Staddon, J. E. R. (1992). Waiting in pigeons: The effects of daily intercalation on temporal discrimination. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 58, 47-66.

Yarczower, M. y Hazlett, L. (1977). Evolutionary Scales and Anagenesis. *Psychological Bulletin*. 84, 1088-1097.

Yarczower, , M. y Yarczower, B. S. (1979). In defense of anagenesis, grades, and evolutionary scales. *Psychological Bulletin*. 12, 880-883.

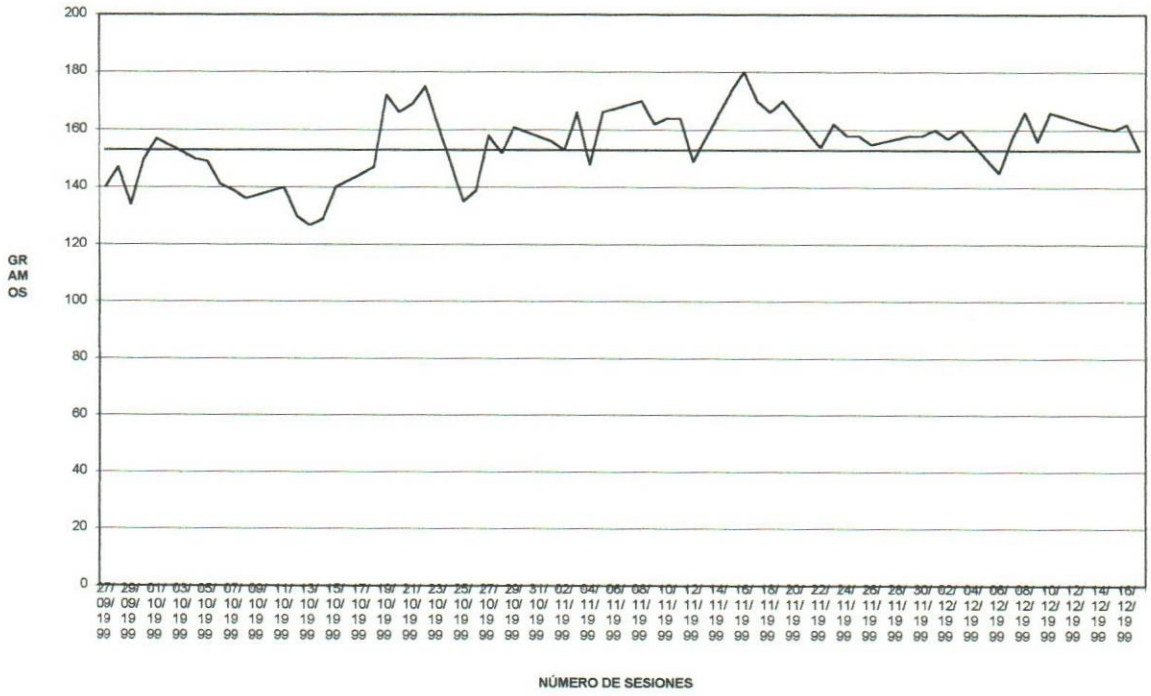
Yerkes, R. M. (1904). Space perception of tortoises. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*. 14, 17-26.

Zeiler, M. D. (1991). Ecological influences on timing. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*. 17, 13-25.

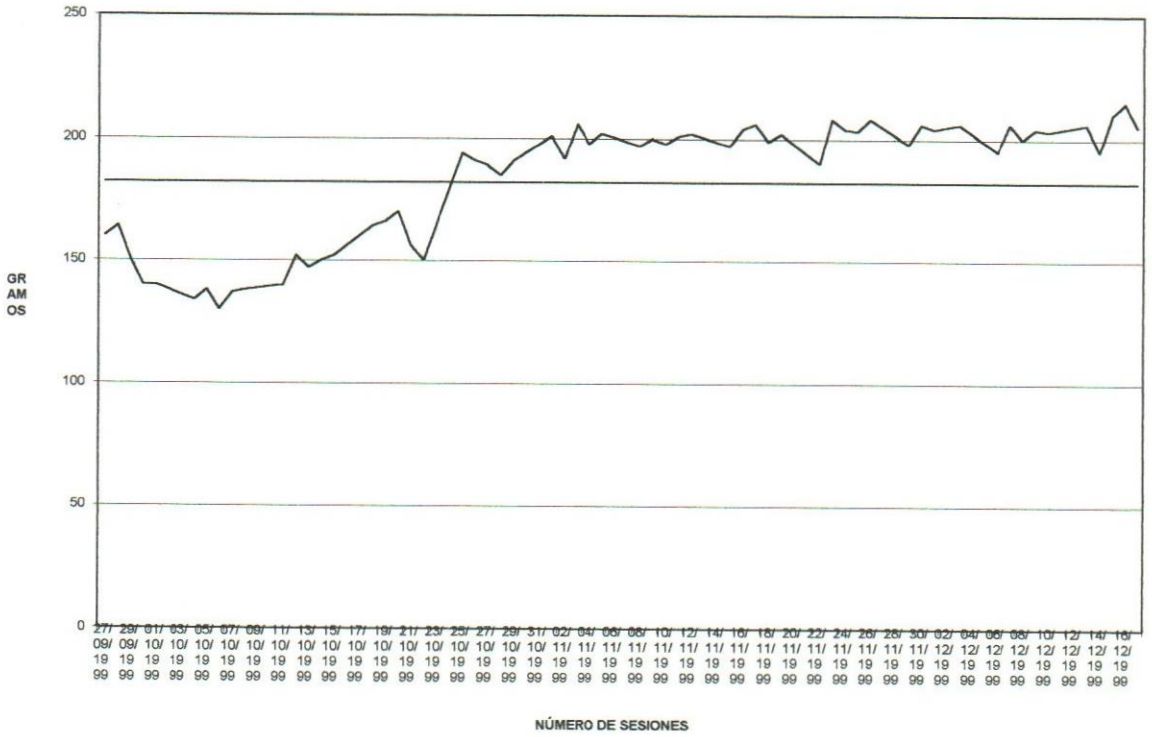
Zeiler, M. D. y Powell, D. G. (1994). Temporal control in fixed–interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 61, 1-9.

ANEXOS A: PESOS DE LOS ORGANISMOS

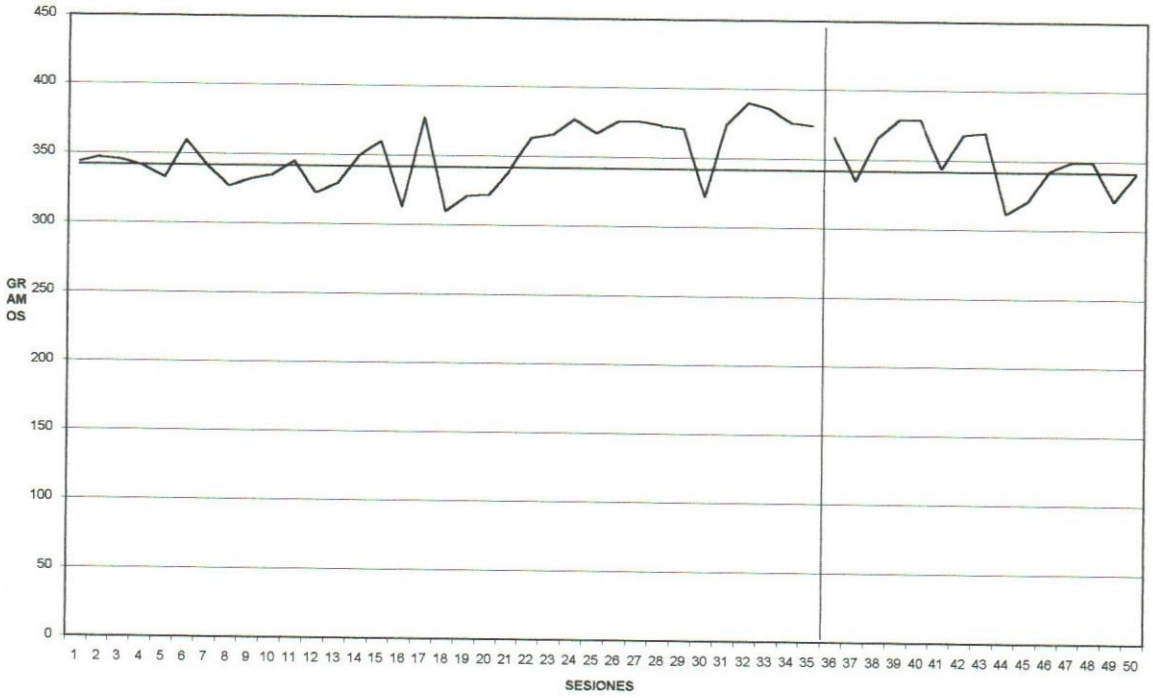
ANEXO A1. Pesos sujeto 15



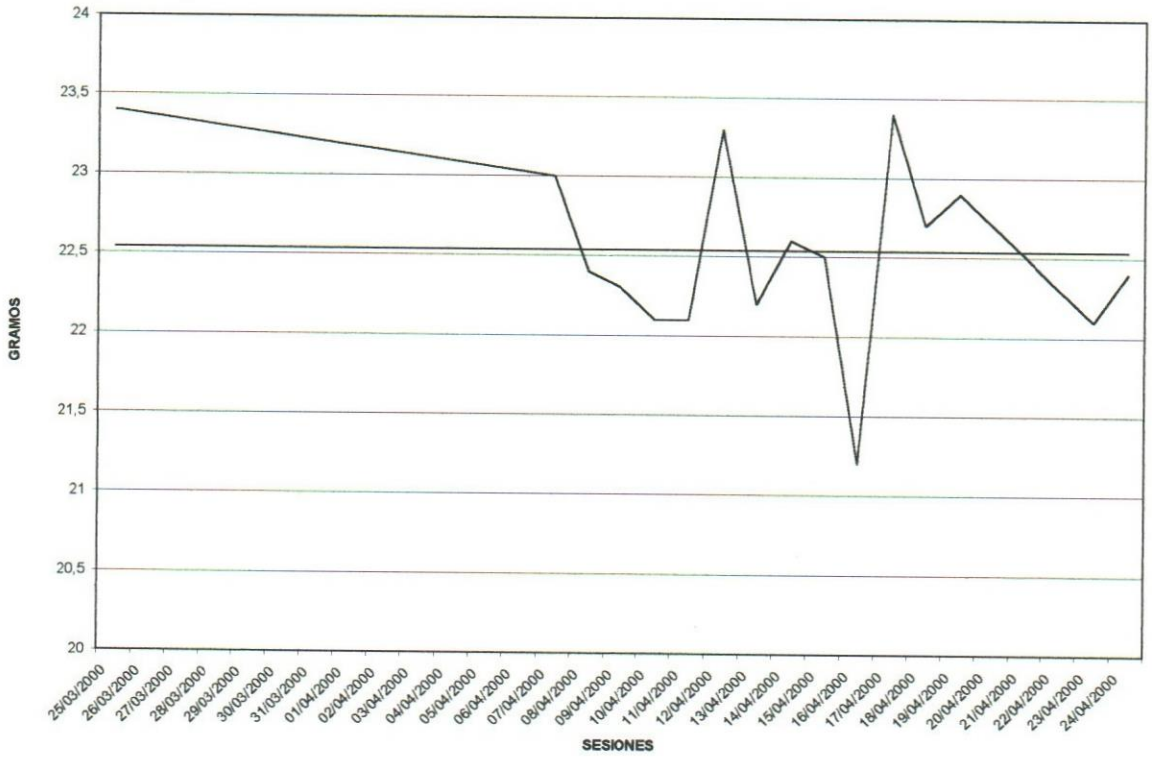
ANEXO A2. Pesos sujeto 17



ANEXO A3. Pesos Fred II



ANEXO A4. Pesos tortuga



ANEXOS B. LISTAS DE DATOS

ANEXO B1. Lista de datos sujeto 15

FECHA S15	HORA	ENS.PICO	R.PICO	RES.IF	REF.IF	BIN1	BIN2	BIN3	BIN4	BIN5	BIN6	BIN7	BIN8
20/10/1999			50	340	45		16	54	14	44	35	31	33
21/10/1999		9	84	409	51	26	3	24	39	65	22	47	37
22/10/1999		25	242	771	97	52	8	71	122	140	112	123	116
25/10/1999			499	312	70	21	1	28	66	50	41	57	66
26/10/1999	02:15	14	201	1326	97	86	37	105	136	135	158	140	136
27/10/1999	02:50	12	174	518	77	0	60	43	41	46	40	68	62
28/10/1999	02:15	20	496	2071	103	185	19	35	116	180	243	287	303
29/10/1999	02:45	20	428	1747	86	168	21	52	81	112	180	222	267
29/11/1999	02:00	3	384	1652	32	145	200	223	246	159	129	134	137
30/11/1999	02:00	5	881	1981	35	106	44	111	159	201	259	267	272
01/12/1999	02:00	5	808	1964	34	164	40	137	200	221	214	237	259
02/12/1999	02:00	5	797	1665	33	117	45	90	100	205	182	211	275
03/12/1999	01:45	5	658	1412	34	131	33	82	93	136	209	177	183
06/12/1999	02:00	11	775	1447	31	61	32	108	132	155	191	179	196
07/12/1999	02:00	7	1210	1646	32	64	55	158	188	166	196	207	212
08/12/1999	02:00	7	1057	1361	31	50	43	67	115	142	168	184	183
09/12/1999	02:00	7	1030	1660	33	68	49	155	173	165	215	200	214
10/12/1999	02:00	16	787	1316	33	53	49	79	129	161	176	145	170
13/12/1999	02:00	9	971	1108	29	39	21	70	129	131	127	150	141
14/12/1999	02:00	8	1063	1413	31	51	52	107	127	114	178	175	209
15/12/1999	02:00	8	466	489	27	35	52	62	63	39	35	35	42
16/12/1999	02:25	8	1089	1484	32	50	25	118	154	179	177	159	205
17/12/1999	02:05	10	1061	697	28	24	31	62	61	65	74	86	104

ANEXO B2. Lista de datos sujeto 17

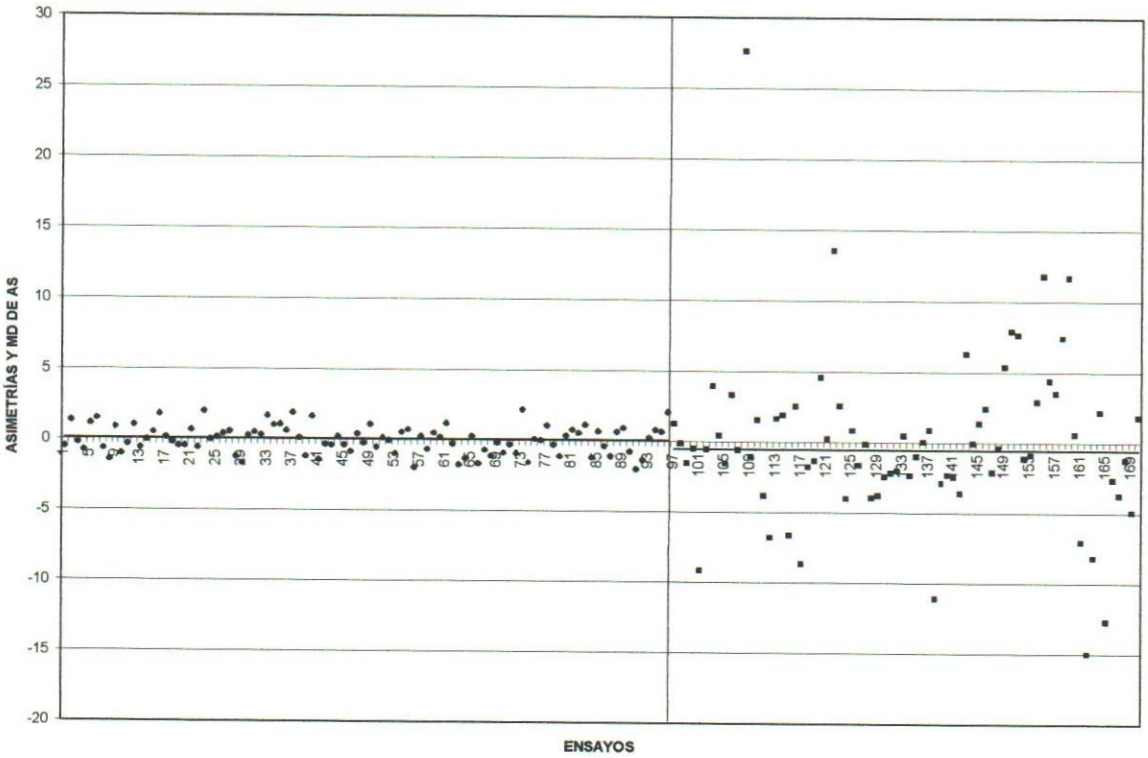
FECHA S17	HORA	ENS.PICO	R.PICO	RES.IF	REF.IF	BIN1	BIN2	BIN3	BIN4	BIN5	BIN6	BIN7	BIN8	
20/10/1999			77	353	43	9	0	11	31	43	37	50	48	
21/10/1999		12	133	480	52	37	0	17	39	34	63	61	53	
22/10/1999	03:55	20	180	719	90	62	4	1	21	59	59	93	87	
25/10/1999	03:20	13	129	1196	94	208	7	30	112	144	157	202	239	
26/10/1999	03:20	27	205	1628	95	130	4	18	50	147	191	222	251	
27/10/1999	04:10	8	33	284	63	12	4	11	13	17	18	32	35	
28/10/1999	03:30	15	326	1335	87	149	9	6	30	66	126	170	220	
29/10/1999	03:50	16	293	1311	83	180	11	16	50	75	88	115	192	
29/11/1999	02:00	6	901	974	30	119	140	143	151	68	38	62	62	
30/11/1999	02:00	6	618	1064	32	85	15	23	64	74	124	132	162	
01/12/1999	02:00	7	1151	1158	32	97	14	32	51	81	105	129	166	
02/12/1999	02:00	3	375	1677	36	115	40	48	68	104	169	208	256	
03/12/1999	01:45	5	573	1190	35	61	16	37	58	75	93	141	191	
06/12/1999	02:00	18	621	828	31	41	34	36	39	34	71	88	117	
07/12/1999	02:00	6	530	736	32	45	15	36	43	61	68	90	106	
08/12/1999	02:00	6	804	876	33	53	14	33	33	49	63	112	150	
09/12/1999	02:00	13	840	1365	33	60	20	18	56	67	115	169	250	
10/12/1999	02:00	8	987	890	31	33	5	19	41	62	76	117	155	
13/12/1999	02:00	5	401	841	32	43	17	41	35	66	78	110	131	
14/12/1999	02:00	7	811	499	31	31	20	22	36	32	49	50	65	
15/12/1999	02:00	15	397	556	31	27	43	52	54	43	52	61	64	
16/12/1999	02:25	16	662	486	27	19	9	17	20	41	49	60	85	
17/12/1999	02:05	6	482	739	31	36	24	35	38	56	70	80	108	

ANEXO B3. Lista de datos Fred II

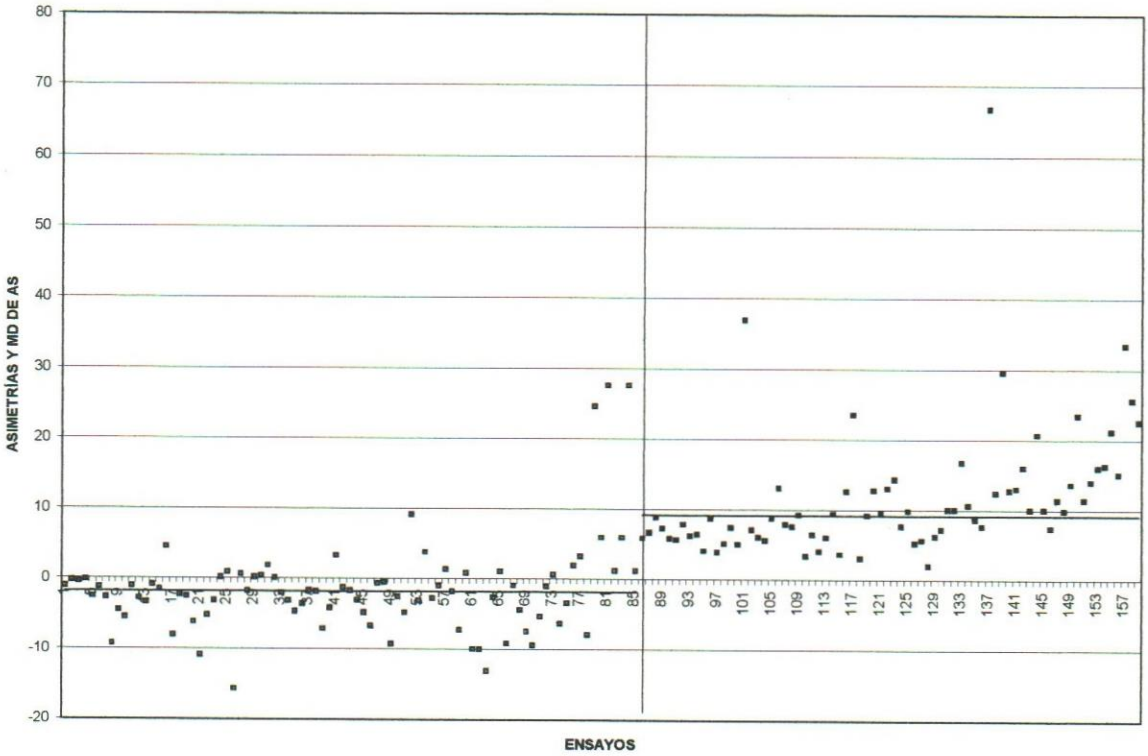
FECHA	REF	BIN1	BIN2	BIN3	BIN4	BIN5	BIN6	BIN7	BIN8	BIN9	BIN10	
25/01/2000			51	20	43	107	171	179	162	156	67	
26/01/2000			331	33	76	159	195	275	297	300	342	344
27/01/2000 A			272	12	55	81	101	146	166	213	234	237
27/01/2000 B			276	10	29	59	95	145	169	198	222	251
28/01/2000 A		89	121	6	13	16	40	76	107	132	151	252
28/01/2000 B		90	136	0	9	34	54	87	126	142	181	277
31/01/2000 A		95	121	4	7	19	43	91	108	120	143	275
31/01/2000 B		96	172	9	17	34	67	101	137	177	199	317
01/02/2000 A		92	188	9	3	28	59	89	148	165	220	322
01/02/2000 B		39	26	0	2	6	8	15	25	32	36	80
02/02/2000 A		85	184	25	36	45	75	108	148	204	215	343
02/02/2000 B		96	315	31	55	102	182	264	330	362	408	534
03/02/2000 A		98	200	15	21	20	40	83	130	169	205	331
03/02/2000 B		93	209	10	12	25	55	86	124	196	217	350
04/04/2000 B		98	258	28	20	51	66	121	188	242	316	444
07/02/2000 A		93	140	10	16	26	40	64	80	106	140	281
07/02/2000 B		96	198	25	21	35	60	99	149	181	238	357
08/02/2000 A		89	135	9	5	14	37	67	125	158	177	270
08/02/2000 B		99	308	29	25	26	52	100	176	258	344	503
09/02/2000 A		50	137	22	1	35	37	44	86	114	151	233
09/02/2000 B		99	308	29	25	26	52	100	176	258	344	503
10/02/2000 A		95	322	24	22	37	94	132	203	286	369	500
10/02/2000 B		79	264	18	28	29	66	89	133	211	272	389
11/02/2000 A		90	197	12	13	15	25	60	96	157	225	344
11/02/2000 B		92	336	45	41	36	60	86	178	236	342	495
14/02/2000 A		95	249	24	20	33	38	95	150	232	276	402
14/02/2000 B		92	267	30	17	37	39	60	108	162	231	370
15/02/2000 A		95	301	25	25	27	44	86	154	208	290	447
15/02/2000 B		86	226	38	37	32	37	53	90	122	188	344
16/02/2000 A		49	245	27	24	21	48	57	117	196	219	328
16/02/2000 B		99	373	47	42	43	48	79	126	209	343	515
17/02/2000 A		77	160	25	13	15	20	43	66	122	161	272
17/02/2000 B		71	92	12	9	11	13	22	52	74	91	186
18/02/2000 A		96	43	43	41	65	112	161	251	330	399	1002
18/02/2000 B		100	337	29	32	30	33	50	86	171	260	465
23/02/2000 B		37	42	70	181	198	338	431	506	561	566	494
24/02/2000 A		21	32	21	4	46	110	179	214	240	287	269
24/02/2000 B		37	65	60	94	141	242	326	404	453	465	493
25/02/2000 A		35	31	38	75	139	256	293	357	379	384	347
25/02/2000 B		41	18	15	38	92	216	318	381	436	489	526
28/02/2000 A		40	11	29	69	131	215	277	351	351	385	455
28/02/2000 B		41	1	2	18	58	88	162	221	255	319	342
29/02/2000 A		35	12	4	15	52	82	138	188	223	251	256
29/02/2000 B		39	9	14	25	47	92	109	131	181	212	235
01/03/2000 A		34	18	19	20	81	143	225	259	296	304	313
01/03/2000 B		38	44	38	4	68	136	186	262	302	356	402
02/03/2000 A		45	18	31	7	151	287	367	414	406	459	429
02/03/2000 B		39	32	26	47	70	112	178	235	322	388	390
03/03/2000 A		38	68	48	52	113	183	328	423	502	528	425
03/03/2000 B		41	8	0	2	19	44	89	140	208	304	292

ANEXOS C: ASIMETRÍAS Y MEDIANAS DE ASIMETRÍAS

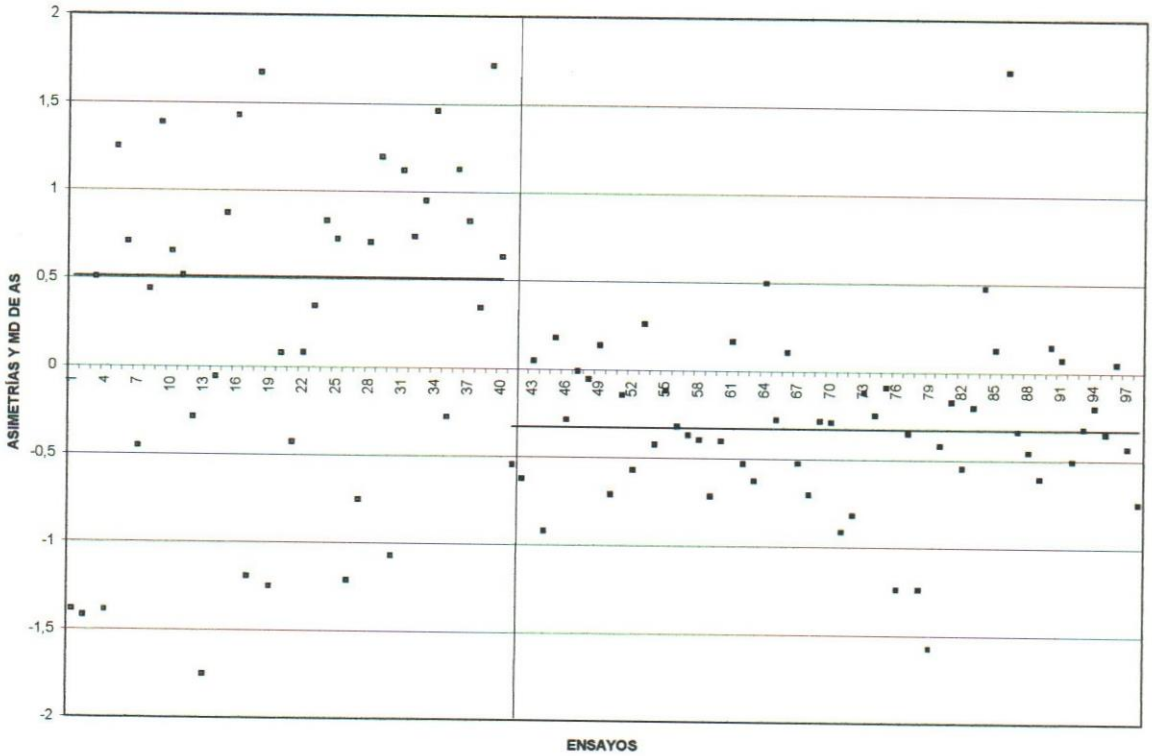
ANEXO C1. Asimetría y medianas de As sujeto 15



ANEXO C2. Asimetrías y mediana de As sujeto 17

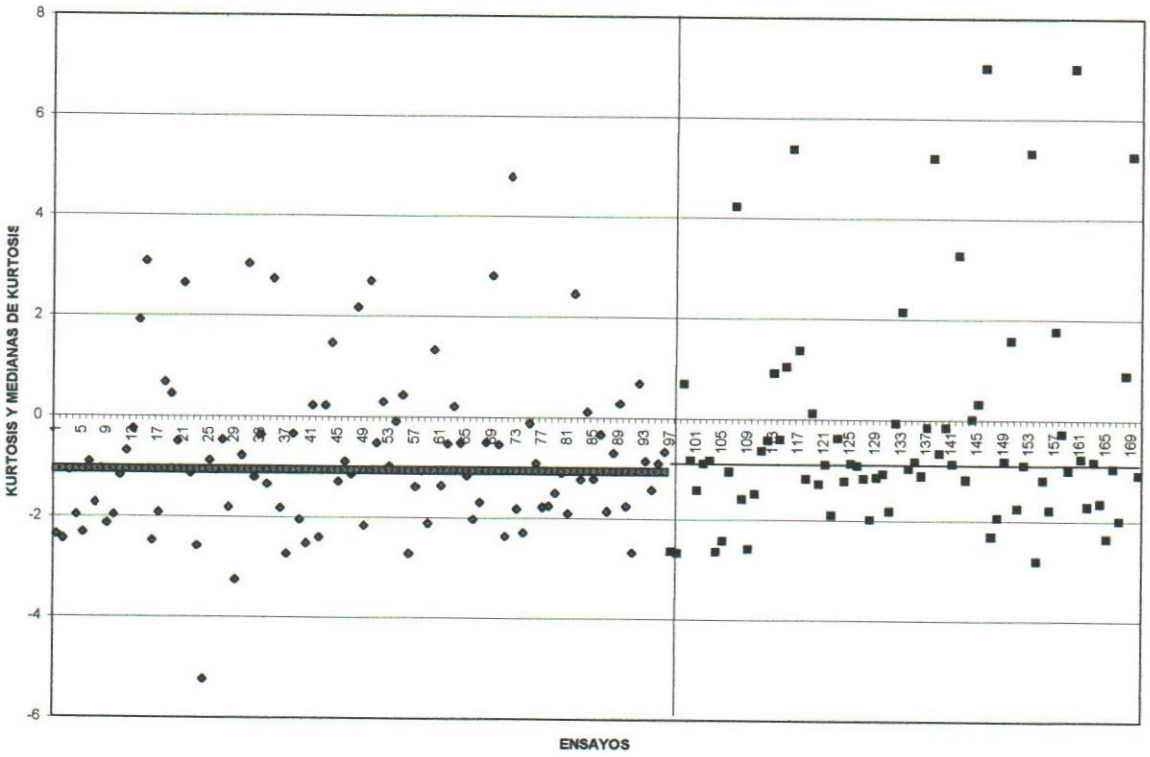


ANEXO C3. Asimetrías y medianas de As Fred II

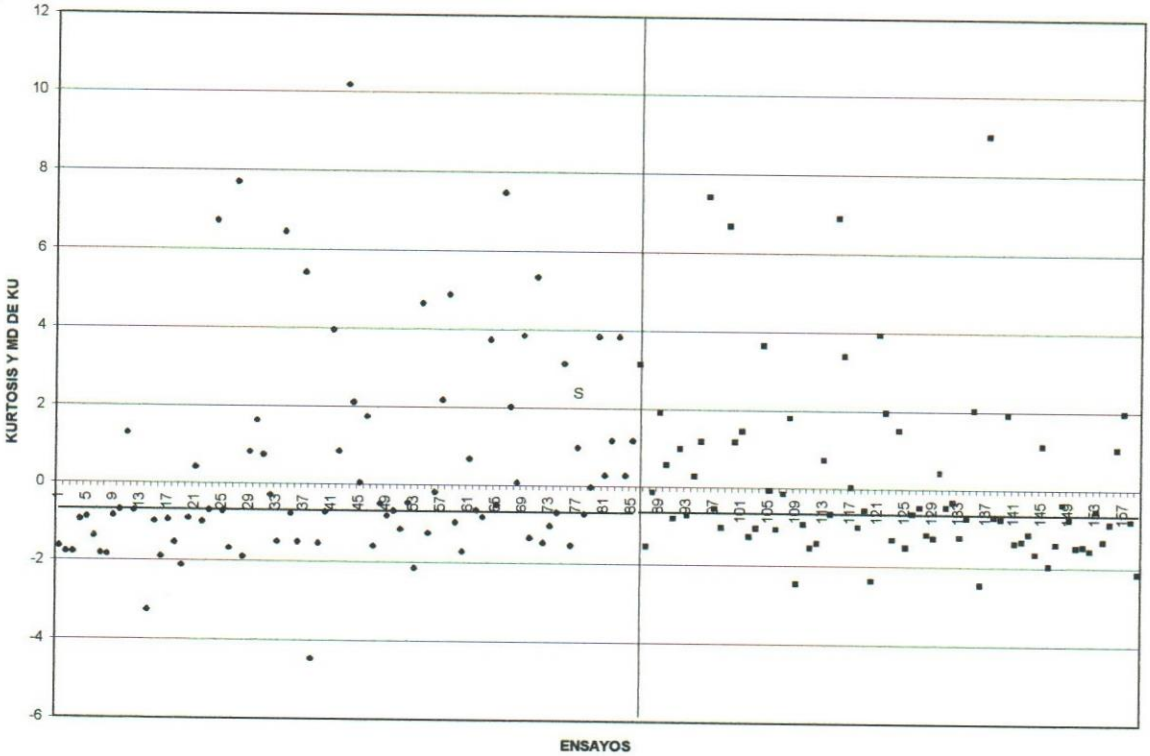
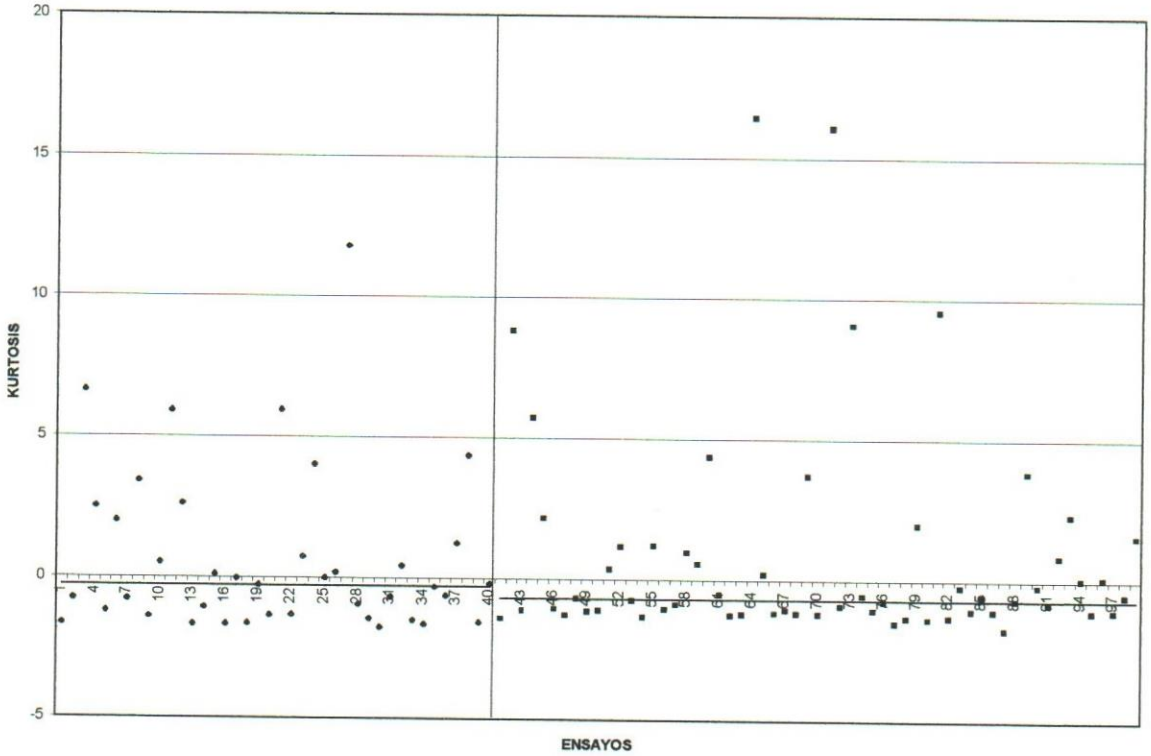


ANEXOS D: KURTOSIS Y MEDIANAS DE KURTOSIS

ANEXO D1. Kurtosis y medianas de Ku sujeto 15



ANEXO D2. Kurtosis y medianas de Ku sujeto 17



ANEXO D3. Kurtosis y medianas de Ku Fred II