



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN PSICOLOGÍA  
ANÁLISIS EXPERIMENTAL DEL COMPORTAMIENTO

DISTRIBUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO EN ENTORNOS CON PAGOS  
INTERDEPENDIENTES

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
DOCTOR EN PSICOLOGÍA

PRESENTA:  
ALEJANDRO SEGURA BELTRÁN

TUTOR PRINCIPAL:  
DR. ARTURO BOUZAS RIAÑO  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA UNAM

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR:  
DR. FLORENTE LÓPEZ RODRÍGUEZ  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA UNAM

DRA. ROSALVA CABRERA CASTAÑON  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA UNAM

DR. FEDERICO SANABRIA PINTO  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN PSICOLOGÍA

DR. VLADIMIR ORDUÑA TRUJILLO  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA UNAM

TESIS REALIZADA GRACIAS A LA BECA N° 239774 DE CONACYT

MÉXICO, D. F. ENERO DE 2014



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

A la memoria de Carlos, ejemplo de tesón. Sin él nada hubiera sido posible. Amigo, el principal timón en mi vida, mi padre.

A Soledad, mi mamá. Temple, apoyo incondicional. Gracias por enseñarme la ruta hacia el conocimiento.

A ambos dedico enteramente esta tesis y, de nuevo, las que le precedieron. El proceso de formación que me trajo hasta acá es el mejor legado que un hijo puede tener. Infinitamente agradecido por ayudarme a encontrar este camino.

## AGRADECIMIENTOS

Reconozco una gran deuda de gratitud con el Dr. Arturo Bouzas por su infinita sensibilidad conmigo durante estos años, recibirme en su laboratorio y, sin duda alguna, moldear tantos comportamientos que hacen a un científico. Agradezco el apoyo de México en general y la beca otorgada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) para realizar mis estudios. También, al financiamiento recibido por parte de los proyectos 104396 de CONACYT, IN307310 de PAPIT y al programa de Maestría y Doctorado en Psicología (UNAM).

Mi más sincera gratitud y afecto a los Doctores Oscar Zamora y Vladimir Orduña y a los Ingenieros Fernando Salinas y Gustavo Ortiz, muchas horas de trabajo conjunto hicieron posible esta investigación. Al Dr. Florente López y la Dra Rosalva Cabrera por su apoyo desde mí llegada al doctorado, al Doctor Federico Sanabria y todos los integrantes del comité tutorial (ya mencionados) por toda la ayuda y valiosos comentarios durante todo el proceso.

Nataly Yáñez, testigo y soporte ante las múltiples dificultades que conlleva el aspirar al más alto nivel académico. Infinitamente agradecido por su complicidad en esta empresa y por tantos sueños y metas compartidas. A Zeneida, mi hermana, y Paola, mi sobrina, gracias por estar siempre tan presentes a pesar de la distancia.

Itzel Laurel, Juan Pablo Garcés y Manuel Villareal quienes brindaron gran parte de su tiempo en la realización de las sesiones experimentales. A quienes hicieron que el laboratorio fuera mi hogar: José Luis, Tere, Maricruz, Mariana, Dani, Majo, Ramsés, Héctor, Karen, Sara, Myshka..., y en general a todos los que de una u otra manera hicieron muy agradable mi estancia en México. A todos ustedes, ¡GRACIAS!

## TABLA DE CONTENIDO

Resumen .....	7
Abstract .....	13
INTRODUCCIÓN .....	15
Antecedentes y delimitación del Dominio Empírico .....	16
Dinámica de Ajuste a Entornos donde los Pagos son Interdependientes .....	18
Ajuste de la Conducta inter-individual en Condiciones Experimentales .....	22
JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	32
PILOTAJE DE UNA TAREA EXPERIMENTAL DE IDA Y VUELTA .....	34
MÉTODO .....	35
Sujetos .....	35
Instrumento .....	35
Procedimiento .....	36
1. Interdependencia-Directa (ITD), .....	37
2. Interdependencia-Presencia (ITP) .....	37
3. Independencia-Presencia (IDP) .....	37
RESULTADOS .....	39
DISCUSIÓN PILOTAJE .....	43

## DISTRIBUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO EN TAREAS QUE IMPLICAN

COORDINACIÓN.....	45
EXPERIMENTO 1-----	46
MÉTODO -----	46
Sujetos -----	46
Instrumento-----	46
Procedimiento-----	48
Condición Experimental A-----	51
Condición Experimental B-----	52
Condición Experimental C-----	52
Condición Experimental D-----	52
RESULTADOS-----	54
Condiciones A y B -----	54
Condición C-----	60
Condición D-----	62
DISCUSIÓN EXPERIMENTO 1-----	65
EXPERIMENTO 2-----	70
MÉTODO -----	70
Sujetos -----	70
Instrumento-----	70

Procedimiento-----	70
RESULTADOS-----	72
Condiciones A y B -----	72
Condición C-----	76
Condición D-----	79
DISCUSIÓN EXPERIMENTO 2-----	82
EXPERIMENTO 3-----	84
MÉTODO -----	84
Sujetos -----	84
Instrumento-----	84
Procedimiento-----	84
RESULTADOS-----	86
Condiciones A y B -----	86
Condición C-----	88
Condición D-----	92
DISCUSIÓN EXPERIMENTO 3-----	95
DISCUSIÓN GENERAL.....	97
Referencias.....	102
ANEXOS .....	108

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Caja de elección para dos sujetos.....	36
Figura 2. Frecuencia relativa de ensayos en que los sujetos de la diada A elegían idéntico corredor.....	39
Figura 3: Frecuencia relativa de ensayos en que los sujetos de la diada B elegían la opción más alta en cada una de las condiciones.....	40
Figura 4. Frecuencia relativa de ensayos en que los sujetos de la diada C elegían la opción más alta.....	41
Figura 5. Frecuencia relativa de ensayos en que los sujetos de la diada D elegían la opción más alta.....	42
Figura 6. Caja de elección social para tres sujetos. Permite la elección entre alternativas individuales y conjuntas. Se pueden observar los balines, canales, divisiones y secciones que la componen.....	47
Figura 7. Representación gráfica de las condiciones experimentales A y B .....	51
Figura 8: Representación gráfica de la condición experimental C .....	52
Figura 9: Representación gráfica de la condición experimental D.....	53
Figura 10: Tasas relativas de tiempos de contacto en cada una de las alternativas en las condiciones A (IT-A; IT-B) y B (IT-B; ID-B).....	55
Figura 11. Índice de coordinación en cada una de las alternativas de las condiciones A (IT-A; IT- B) y B (IT-B; ID-B) .....	57



Figura 12. Tasas relativas de tiempos de contacto (TCS) en cada una de las alternativas de la condición C .....	59
Figura 13. Índice de coordinación para cada una de las alternativas de la condición C (IT-C; ID-C).....	61
Figura 14. Distribución de TCS en la condición D (IT-D; ID-D) .....	63
Figura 15. Índice de coordinación para cada una de las alternativas de la condición D (IT-D; ID-D). .....	64
Figura 16. Tasas relativas de tiempos de contacto en cada una de las alternativas en las condiciones A (IT-A; IT-B) y B (IT-B; ID-B).....	73
Figura 17. Índice de coordinación de los sujetos en cada una de las alternativas de las condiciones A (IT-A; IT-B) y B (IT-B; ID-B).....	75
Figura 18. Tasas relativas de tiempos de contacto (TCS) en cada una de las alternativas de la condición C. ....	77
Figura 19. Índice de coordinación para cada una de las alternativas de la condición C (IT-C; ID-C).....	78
Figura 20. Distribución de TCS en la condición D (IT-D; ID-D). ....	80
Figura 21. Índice de coordinación para cada una de las alternativas de la condición D (IT-D; ID-D). ....	81
Figura 22. Tasas relativas de tiempos de contacto en cada una de las alternativas en las condiciones A (IT-A; IT-B) y B (IT-B; ID-B).....	87

Figura 23. Índice de coordinación de los sujetos en cada una de las alternativas de las condiciones A (IT-A; IT-B) y B (IT-B; ID-B).....	89
Figura 24. Tasas relativas de tiempos de contacto (TCS) en cada una de las alternativas de la condición C .....	90
Figura 25. Índice de coordinación para cada una de las alternativas de la condición C (IT-C; ID-C).....	91
Figura 26. Distribución de TCS en la condición D (IT-D; ID-D). .....	93
Figura 27. Índice de coordinación para cada una de las alternativas de la condición D (IT-D; ID-D). .....	94
Figura 28. Tasa relativa de tiempo asignado a la opción interdependiente para cada una de las 100 sesiones experimentales, correspondientes a todas las condiciones experimentales (IT-A, IT-B, IT-C, IT-D) en el orden al que cada uno de los sujetos fue expuesto en el experimento 1 ...	109
Figura 29. Tasa relativa de tiempo asignada a la opción interdependiente para cada una de las 100 sesiones experimentales, correspondientes a todas las condiciones experimentales (IT-A, IT-B, IT-C, IT-D) en el orden al que cada uno de los sujetos fue expuesto durante el experimento 2 .....	110
Figura 30. Tasa relativa de tiempo asignada a la opción interdependiente para cada una de las 100 sesiones experimentales, correspondientes a todas las condiciones experimentales (IT-A, IT-B, IT-C, IT-D) en el orden al que cada uno de los sujetos fue expuesto durante el experimento 3. ....	111

**LISTA DE FIGURAS**

Tabla 1:

Diadas, orden de exposición a las condiciones experimentales y pagos programados..... 38

Tabla 2:

Asignación de los sujetos según el orden de exposición a las condiciones experimentales.....49

Tabla 3:

Asignación de los sujetos según el orden de exposición a las condiciones experimentales.

Idéntico orden al asignado en el experimento anterior..... 70

Tabla 4:

Asignación de los sujetos según el orden de exposición a las condiciones experimentales.

Idéntico orden al asignado en el experimento 1..... 84

## Resumen

El estudio del ajuste conductual a entornos donde las interacciones entre los individuos y sus consecuencias son interdependientes, ha derivado en procedimientos que limitan su interacción y restringen la operante a la simple simultaneidad de acciones, haciendo difícil la identificación de los patrones que emergen al actuar en conjunto y restándole validez a que el ajuste observado sea el producto de la sensibilidad de los individuos a este tipo de restricciones.

Con el propósito de solucionar estas dificultades se evaluaron dos metodologías alternas. Primero, se piloteó una tarea donde cuatro pares de ratas wistar macho (*Rattus norvegicus*) aprendieron a ir de un lugar a otro eligiendo entre dos rutas. El acceso al alimento se hizo contingente al trabajo individual o de conjunto, permitiendo la interacción directa o ubicándolas en compartimientos adyacentes. Se identificó coordinación únicamente en las diadas expuestas a interacción directa. Se concluyó que este protocolo facilita estudiar el ajuste a pagos interdependientes producto de patrones de acción conjunta. Sin embargo, no permite identificar la distribución del comportamiento entre alternativas individuales e interdependientes.

Segundo, para identificar cómo se distribuye el comportamiento en este tipo de entornos se realizaron tres experimentos, donde once ratas wistar hembras (*Rattus norvegicus*) aprendieron a desplazar un balón de un extremo al otro de un canal, respuesta que podía ser realizada de forma individual (ID) o interdependiente (IT) “en pareja”. Cuatro condiciones de elección fueron evaluadas: a)  $IT > ID$ , b)  $IT < ID$ , c)  $IT > ID$ , y d)  $IT \approx ID$ . En el experimento 1 los pagos obtenidos en la alternativa interdependiente eran 6 veces mayor a lo obtenido en la independiente. Se encontró que la coordinación de acciones individuales (C-ID) es mucho mayor (cercana al 100%) a la coordinación de acciones entre los individuos (C-IT), cercana al 30%. Es decir, los pagos obtenidos en condiciones de interdependencia eran menos probables y/o demorados. Es probable

que la emergencia de actividades sincrónicas y coordinadas permita que los individuos sean sensibles a este tipo de pagos. En el experimento 2 se ajustó la probabilidad de reforzamiento ( $p = 0.33$ ) en ambas opciones (IT – ID) y la magnitud de reforzamiento en la alternativa conjunta fue mayor que en la independiente. Se encontró preferencia por las opciones con magnitudes más grandes, aunque el costo (coordinación) para obtenerlas fuera más alto. El experimento 3 permitió identificar el costo que la coordinación de actividades implica al programar magnitudes idénticas para ambas alternativas. Los sujetos mostraron preferencia por la opción conductual más económica (ID).

Los hallazgos de este estudio son consistentes con la propuesta de que el ajuste a restricciones interdependientes es producto de la sensibilidad a las consecuencias de patrones de actos extendidos en el tiempo. La relativa facilidad con la que emergen actividades coordinadas puede reflejar una fuerte preparación biológica para su realización y ser un subproducto de la vida gregaria en esta especie.

Palabras Clave: Patrones de coordinación, restricciones interdependientes, distribución del comportamiento, propuesta metodológica, elección, ratas.

### Abstract

The study of behavioral adjustment to environments where interactions between individuals and their consequences are interdependent has resulted in procedures that constrain the interaction and restrict the operant to simple simultaneity of actions, making hard the identification of the patterns that emerge to act together and reducing validity to that observed adjustment is the product of the sensitivity of individuals to these contingencies.

In order to solve these difficulties was evaluated two methodologies. First, it tested a task where four pairs of male wistar rats (*Rattus norvegicus*) learned to go from one place to another by choosing between two paths. Access to food is made contingent on individual or group work, allowing direct interaction or placing them in adjacent compartments. Coordination only was identified in dyads exposed to direct interaction. It was concluded that this protocol allows investigate the adjustment to interdependent payments as a result of joint action patterns. However, it was difficult to identify the allocation of behavior between individual and interdependent options.

Second, three experiments were carried on to evaluated the allocation of behavior in these environments. Eleven female Wistar rats (*Rattus norvegicus*) learned to move a ball from side to side in a trough; this response could be done in individually (ID) or interdependently (IT) way. Four conditions of choice were evaluated: a)  $IT > ID$ , b)  $IT < ID$ , c)  $IT > ID$ , and d)  $IT \approx ID$ . In experiment 1 the payments for the interdependent option were six times higher than the obtained in independent. It was found that the coordination of individual actions (C -ID) is much higher (almost 100%) to the coordination of actions between individuals (C -IT), close to 30%. That is, payments received under conditions of interdependence were less likely and/or delayed. It is likely that the emergence of synchronous and coordinated activities allow individuals sensitive to

this kind of payments. In experiment 2 the probability of reinforcement was adjusted ( $p = 0.33$ ) in both options (IT - ID), the magnitude of the joint alternative reinforcement was higher than in independent. It was found that the subjects prefer options with larger magnitudes, although the cost (coordination) to obtain was higher. Experiment 3 allowed us to identify the cost of the coordination of activities to set identical magnitudes for both alternatives. The subjects showed preference for the behavioral option most economical (ID).

The findings of this study are consistent with the proposal that the fit to interdependent constraints is the product of the sensitivity to the consequences of temporally extended patterns of acts. The relative ease with which coordinated patterns emerging may reflect a strong biological preparation for its implementation and be a byproduct of gregarious life in this species.

Keywords: Coordination patterns, interdependent constraints, behavior allocation, alternative methodology, choice, rats.

## INTRODUCCIÓN

La dificultad para replicar e identificar los patrones de actividad que emergen en entornos donde la interacción entre los individuos y las consecuencias derivadas de ella son interdependientes ha hecho que la comprensión de fenómenos con estas propiedades (e.g., cooperación, altruismo) sea incompleta.

Si bien, diversas teorías y mecanismos han sido propuestas para su explicación (empatía, reciprocidad, inteligencia social, descuento temporal), la identificación y cuantificación de los patrones de actividad que emergen del trabajo conjunto, sincronía, coordinación entre otros, y que han sido observados en condiciones naturales (e.g., caza cooperativa) aún no son claros y en muchos casos simplemente no se tienen en cuenta, aislando completamente a los sujetos y haciendo cuestionable que los hallazgos obtenidos sean auténticas instancias de los fenómenos estudiados (Noë, 2006; Segura & Gutiérrez, 2006).

Uno de los debates más fuertes en el área es que este tipo de comportamientos son ajustes conductuales a entornos con estructuras sociales complejas y presentes en unas pocas especies con alto grado de encefalización e inteligencia social (ver Drea & Carter, 2009). En gran medida esta hipótesis surge de la observación natural de patrones de coordinación y colaboración en primates, leones y mamíferos marinos (Busse, 1978; Rossbach, 1999; Scheel & Packer, 1991).

Sin embargo, la investigación experimental ha empezado a explorar este tipo de patrones en otras especies (e.g., cuervos, ratas), generando protocolos experimentales que permiten su observación y cuantificación (Seed, Clayton & Emery, 2008; Segura & Clavijo, 2010). La importancia de estos trabajos radica en que los paradigmas experimentales más empleados (e.g., dilema del prisionero iterado) no generan evidencia indiscutible de que el comportamiento observado sea producto del ajuste a contingencias interdependientes (para una revisión ver Noë,



2006).

La evidencia experimental de comportamientos altruistas y cooperativos en ratas, una especie social pero no tan “compleja” como delfines o primates, ha aumentado. Sin embargo, el conocimiento que se tiene sobre el patrón de actividad del trabajo conjunto es pobre, restándole así validez a los resultados obtenidos. El propósito del presente estudio fue identificar estos patrones y determinar si la distribución del comportamiento es producto del ajuste de la conducta interindividual a consecuencias interdependientes.

### **Antecedentes y delimitación del Dominio Empírico**

Tradicionalmente los investigadores en el área han hecho énfasis en uno o varios elementos (estructura) que constituyen los entornos interdependientes, delimitando así su dominio empírico (naturaleza de la interacción) y clasificando los fenómenos estudiados. Algunas veces, estas clasificaciones y los términos derivados de ellas pueden solaparse obstaculizando el intercambio de ideas y dar la sensación de ser un área carente de integración (Noë, 2006). Integración que, sin duda, es de interés para todas las disciplinas interesadas en el área.

Por ejemplo, interacciones que involucran a dos o más organismos actuando conjuntamente para la obtención de un bien común han sido definidas como cooperación (Brosnan & de Waal, 2002; Busse, 1978; Krebs & Davis, 1993). Definiciones más estrictas resaltan la importancia de los beneficios obtenidos por los actores en términos de eficacia biológica indirecta (Hamilton, 1964). Altruismo, egoísmo y altruismo recíproco son algunas de las variantes propuestas cuando no hay relación directa entre los actores y/o asimetría en los pagos obtenidos (Rutte & Taborsky, 2008; Trivers, 1971). Altruismo, hace referencia a comportamientos donde el beneficio del receptor genera un costo en eficacia biológica o en términos económicos para el

actor (Hamilton, 1964; Rachlin & Locey, 2011); iteraciones de la anterior serían instancias de egoísmo cuando los receptores no alternan su comportamiento (i.e., tramposos) (Trivers, 1985), o de altruismo recíproco, cuando la alternancia se establece como una estrategia evolutivamente estable (Axelrod & Hamilton, 1981; Maynard Smith, 1982).

En síntesis, cuatro elementos fundamentales subyacen a entornos donde el acceso a las consecuencias dependen del trabajo conjunto: a) la simetría o no en los pagos obtenidos, b) los costos y riesgos derivados de este tipo de conductas, c) el patrón de actividades producto del actuar conjunto, y d) el tipo de relación entre los actores implicados.

Al margen del énfasis en uno o varios de los elementos que subyacen a los entornos sociales las anteriores definiciones han orientado décadas de investigación en el área. Área que permaneció prácticamente inactiva desde su origen con Darwin (1859, 1871) y la teoría de selección de grupo, hasta los estudios de cooperación en primates hacia la tercera década del siglo XX (Crawford, 1937), el desarrollo del primer modelo matemático de selección de grupo en 1945 (Wright, 1945) y la revolución teórica de los 60's y 70's impulsada por un pequeño y activo grupo de biólogos interesados por el comportamiento social, entre ellos, Robert Trivers, William Hamilton, George Williams, Edward Wilson y John Maynard-Smith. Las ideas propuestas por este grupo iniciaron una nueva área que sigue siendo muy activa (Dugatkin, 1997) y en donde convergen diversas disciplinas; entre ellas, la biología evolucionista, la ecología conductual, el análisis de la conducta, la economía, entre otras.

### **Dinámica de Ajuste a Entornos donde los Pagos son Interdependientes**

Un problema fundamental al que se ven expuestos los organismos es el reabastecimiento de energía (e.g., alimentarse); para solucionarlo, deben ajustar su comportamiento a las restricciones que determinan el acceso a las fuentes de alimento (lugar, tiempo y demás señales que indican su disponibilidad) y a restricciones adicionales que delimitan las posibles distribuciones del comportamiento, cada actividad toma tiempo y el tiempo es finito.

Por ejemplo la ardilla gris norteamericana (*Sciurus carolinensis*) discrimina bellotas y nueces de otras semillas y frutos no comestibles, se sobre alimenta en primavera y verano, dispersando las semillas y en consecuencia reforestando su entorno; también, acumula frutos secos en árboles y madrigueras durante el otoño para posteriormente identificarlos y sobrevivir el invierno (Goheen & Swihart, 2003).

Sin duda, la distribución del comportamiento presente en la ardilla gris es un claro ejemplo de cómo la flexibilidad conductual le permite a los organismos adaptarse a la estructura de su entorno (e.g., distribución de frutos, estaciones). La relación entre la conducta de los organismos y el entorno es un proceso dinámico. Las propiedades del entorno covarían con la conducta del individuo y en consecuencia se redistribuyen los recursos (e.g., reforestación), generando así nuevos entornos, nuevas restricciones que posibilitan nuevos ajustes (Staddon, 2001).

La interdependencia dinámica entre el entorno y la conducta es posible si los organismos detectan la ocurrencia de: a) eventos biológica y psicológicamente importantes (alimento, parejas), b) la distribución de los eventos en el tiempo y el espacio (e.g., estaciones, parches), c) la covariancia con otras características del entorno (olores, sonidos), y d) la covarianza de esos eventos con la propia conducta (e.g., acceso al alimento) (Bouzas, 2009).

Una restricción adicional se observa en entornos sociales donde las interacciones entre dos o más individuos y las consecuencias derivadas de ellas son interdependientes. En particular, la probabilidad de un cambio en el entorno producto del comportamiento individual está determinada (i.e., mediada) por la conducta del otro (Rachlin, 2000; Segura & Clavijo, 2010; Segura & Gutiérrez, 2006). En estas condiciones la conducta individual debe adaptarse a una red de restricciones interdependientes e interconectadas (Bouzas, 2010).

En condiciones naturales el ajuste de la conducta individual a restricciones interconectadas se ha observado en entornos de forrajeo social, selección de pareja, evitación de predadores, defensa del territorio y cuidado parental, entre otros (Lopuch & Popik, 2011). Por ejemplo, la alimentación cooperativa en delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*) ha sido documentada por Rossbach (1999) como un episodio que inicia con el nado rápido y en línea recta de todos los individuos del grupo, ubicándose de frente uno al lado del otro; luego, el individuo al final de la línea nada más rápido trazando un amplio círculo, al tiempo que los demás hacen una formación circular concentrando de esta manera los peces en el centro. Posteriormente, alternan entre inmersiones y salidas a la superficie de forma sincrónica, alimentándose de los peces que saltan a la superficie (pp. 163-164).

La distribución de actividades, sincrónicas, coordinadas y complementarias en el tiempo y el espacio le permite a esta especie de cetáceos aumentar la probabilidad de éxito en la obtención de alimento, minimizar los riesgos asociados a la caza individual y ampliar la cohesión de grupo, haciendo que este tipo de episodios sean más probables en el futuro (Rossbach, 1999) y posibilitando el desarrollo de relaciones sociales complejas y sistemas de comunicación (Connor & Norris, 1982).

La dinámica entre la conducta individual y el ajuste a restricciones interconectadas (i.e., entornos donde la conducta de otros individuos median las restricciones) derivan en patrones de comportamientos compuestos por actividades similares, sincrónicas, coordinadas y complementarias (C. Boesch & H. Boesch, 1989). Esta clasificación, inicialmente planteada en el contexto de la caza cooperativa, señala los grados de ajuste espacio-temporal, entre las actividades: desde la simple similitud de actos (*similaridad*), a acciones ejecutadas al unísono (*sincronía*), el ajuste de posición y velocidad en espacio y tiempo (*coordinación*), hasta actos complementarios realizados en el mismo espacio y tiempo (*colaboración*) (C. Boesch & H. Boesch, 1989; Drea & Carter, 2009).

Estos niveles de organización conductual, o “complejidad”, han sido tradicionalmente observados en los entornos donde naturalmente ocurren y suelen atribuirse a especies con capacidades cognitivas avanzadas y/o un alto grado de encefalización que facilitarían el trabajo en equipo. Es muy probable que esto haya conducido a que la investigación en el área se haya centrado en estudiar este tipo de conductas en primates no humanos (C. Boesch & H. Boesch, 1989; Busse, 1978), carnívoros sociales (Scheel & Packer, 1991), cetáceos (Connor & Norris, 1982; Rossbach, 1999) y en menor proporción elefantes (Plotnik, Lair, Suphachoksahakun & de Waal, 2011), aves (Hollén, Bell & Radford, 2008; Seed, Clayton & Emery, 2008) y quirópteros (Wilkinson, 1984).

Desafortunadamente, las investigaciones de laboratorio centran su atención en el estudio del altruismo y la cooperación desatendiendo al patrón de actividades que emerge al actuar conjunto. La replicación en ambientes controlados no ha sido una tarea sencilla y como señalan Drea & Carter (2009) se sigue privilegiado su estudio en primates no humanos.

Los hallazgos experimentales en estas especies han sido contradictorios: algunas veces los sujetos son ineficientes para desarrollar la tarea, se observa preferencia por el trabajo individual, el número de sesiones de entrenamiento y moldeamiento es muy extenso y, generalmente, los resultados obtenidos son inconsistentes. Atribuidos de nuevo, a habilidades y demandas cognitivas muy altas, o cuando se observa preferencia por el trabajo conjunto, ésta suele ser explicada como producto de la coacción azarosa o coordinación deliberada entre los individuos (ver Drea & Carter, 2009; Plotnik et al., 2011).

Sin embargo, la inconsistencia en los resultados puede ser producto de que los sujetos simplemente no se ajustan a las restricciones. Si no hay evidencia de patrones conductuales que emerjan del trabajo conjunto (coordinación, colaboración), difícilmente se pueden atribuir los hallazgos experimentales obtenidos como instancias de conductas cooperativas o altruistas.

En contraste a los resultados obtenidos y las premisas (e.g., alto grado de encefalización) que subyacen a su estudio, actualmente se han multiplicado los intentos por replicar estos fenómenos en otras especies, entre ellas, hienas (*Crocuta crocuta*) (Drea & Carter, 2009), ratas (*Rattus norvegicus*) (Rutte & Taborsky, 2008; Schuster & Perelberg, 2004; Segura & Clavijo, 2010; Segura & Gutiérrez, 2006), arrendajos azules (*Cyanocitta cristata*) (Clements & Stephens, 1995; Stephens, McLinn & Stevens, 2002) cuervos (*Corvus frugilegus*) (Seed et al., 2008) y humanos (Brown & Rachlin, 1999; Locey, Safin & Rachlin, 2013).

Además de la inclusión de nuevas especies, las tareas y los protocolos experimentales han sido diseñados con el fin de permitir la interacción interindividual, facilitando así la distinción de las actividades que emergen producto de las restricciones impuestas (Segura & Gutiérrez, 2006). Similar a los hallazgos en primates (Chalmeau, 1994) el ajuste conductual en otras especies (e.g., ratas, cuervos, hienas) implica también una exposición prologada a las contingencias, el desarro-

llo de varias fases de entrenamiento e incluso moldear la respuesta objetivo (Drea & Carter, 2009; Rutte & Taborsky, 2008; Scheid & Noë, 2010; Schuster, 2002). Esta última característica, le resta validez a los resultados obtenidos cuando no hay evidencia que en entornos naturales la especie objeto de estudio presente este tipo de comportamientos o que éstas se hayan observado en ambientes controlados sin entrenamiento previo.

Seguir atribuyendo estas dificultades a la carencia de habilidades cognitivas “avanzadas” no tiene mucho sentido. Más aún, si esto lleva a desatender a la estructura de los entornos que generan estas formas de interacción. Por ejemplo, el tiempo que les toma a los individuos ajustarse a las restricciones experimentales puede ser análogo al proceso que genera este tipo de conductas en los entornos naturales. La emergencia de actividades sincrónicas y coordinadas en el laboratorio, es un proceso dinámico, la probabilidad de éxito en el trabajo conjunto aumenta con la experiencia y como resultado los sujetos deben ser sensibles a consecuencias poco probables y demoradas (Locey, Jones & Rachlin, 2013; Rachlin, 2000; Segura & Clavijo, 2010; Stevens & Hauser, 2004).

### **Ajuste de la Conducta inter-individual en Condiciones Experimentales**

Los estudios pioneros en el área se remontan a las investigaciones en solución de problemas cooperativos en primates. Crawford (1937,1943) expuso a 7 parejas de chimpancés a halar simultáneamente una caja pesada para tener acceso al alimento contenido en ella. El peso de la caja imposibilitaba que uno sólo pudiera acercarla. Si bien los sujetos lograron solucionar la tarea, el ajuste no emergió espontáneamente y los chimpancés necesitaron sesiones de entrenamiento extra para su ajuste. Esta tarea se ha convertido en el paradigma experimental por exce-

lencia para el estudio de este tipo de conductas, particularmente en especies con estructuras sociales complejas (Chalmeau, 1994; Melis, Hare & Tomasello, 2006; Plotnik et al, 2011).

En contraste, la investigación de estas conductas en especies con estructuras sociales más simples (palomas, ratas) ha permitido el desarrollo de protocolos experimentales diferentes y en algunos casos más ingeniosos. El primer estudio que empleó ratas como sujetos experimentales fue realizado por Daniel (1942) quien encontró sincronía y coordinación en ratas al permitirles la interacción directa en una situación experimental donde la evitación de un choque y la alimentación eran interdependientes de la conducta de ambos sujetos.

Posteriormente, Skinner (1962) evaluó dos relaciones de interdependencia que implicaban coordinación. En la primera, pares de palomas jugaban “ping-pong” al interactuar con un manipulando compartido (la pelota). La tarea consistió básicamente en entrenar la respuesta de picoteo a la pelota, restringiendo cualquier otro comportamiento. Se condicionó la conducta de impulsar el ping-pong con el pico, desde un extremo de la mesa donde estaba ubicado uno de ellos hasta el otro extremo, lugar donde estaba el “contrincante”. Los reforzadores “puntos” que se conseguían dependían de la conducta del otro; así cuando una paloma no lograba responder, el sujeto que había iniciado la jugada recibía un punto (comida).

En el anterior estudio se ofrece un buen ejemplo de la influencia de la conducta a través de la conducta del otro. Al respecto, Skinner (1962) señala: “*Se refuerza a un pájaro a expensas del otro. Cuando uno tiene un éxito repetido, el otro sufre extinción*” (p. 532). De este estudio se puede destacar que la interacción se hizo a través de un manipulando conjunto; además, los sujetos tenían la posibilidad de observar la conducta del contrincante. Bajo estas condiciones fue posible replicar conductas de competencia.



En el segundo experimento, Skinner (1962) logró replicar conductas cooperativas en esa especie. Dispuso una caja experimental con dos compartimentos separados por un vidrio, de forma que dos palomas pudiesen observarse mutuamente. Los sujetos debían oprimir uno de los tres botones (manipulando) que estaban dispuestos de forma vertical en cada uno de los compartimentos, formando pares con los del otro compartimiento. Para obtener refuerzo las palomas debían cumplir con 2 tareas: primero, responder sobre el par de botones que lo proporcionaban, y segundo, que la respuesta fuera simultánea en ambos sujetos (sincronía).

Adicionalmente, en este estudio Skinner (1962) señala que halló “*una división de trabajo en relación con las dos tareas*” (p.533). Una de las palomas era quien iniciaba la exploración de los botones que permitían la obtención del alimento, en tanto que la otra realizaba un seguimiento oprimiendo el botón opuesto al escogido por la paloma dirigente.

Los anteriores estudios son particularmente relevantes al ser investigaciones pioneras en el estudio de restricciones interdependientes desde el análisis de la conducta. En uno, la conducta operaba si el “contrincante” erraba. En el otro, se obtenía acceso al reforzador si operaban conjuntamente, en *sincronía*. Sin embargo, los sujetos no tenían posibilidad de responder en una alternativa independiente de forma que se pudiese observar la preferencia por comportamientos sociales en un contexto de elección.

La importancia de los estudios realizados por Skinner (1962) y Daniel (1942) radica en que son las primeras evidencias de patrones sincrónicos y coordinados en especies con organizaciones sociales simples. Desafortunadamente, investigaciones posteriores emplearon eventos inanimados y restringieron las respuestas a palancas o teclas independientes (ver Boren, 1966; Schmitt & Marwell, 1968, 1971; Weiner, 1977).

Progresivamente se ha retomado el empleo de operandos compartidos y estímulos sociales, permitiendo una interacción más directa entre los sujetos y evaluando los patrones de interacción conjunta. Un estudio que evaluó comunicación en palomas fue el realizado por Lubinski & Thompson (1987) en el los autores resaltan la importancia de permitir la interacción social para lograr determinar cuándo la conducta de un sujeto está en función de la conducta de otro.

Similar hallazgo en ratas es reportado por Gutiérrez (1998) quien identificó que la sensibilidad a la demora en el acceso al reforzador (para uno de los sujetos) dependía directamente de la conducta del otro. La tarea consistió en desplazar una palanca de uno de los extremos del compartimiento hasta el final del mismo; lugar en el que el otro sujeto debía recibirla y llevarla hasta el final. Esta manipulación se hizo en un solo sentido. Cuando la secuencia finalizaba ambos sujetos recibían reforzador.

Durante la última década este tipo de investigaciones han aumentado (Rutte & Taborsky, 2008; Schuster & Perelberg, 2004; Segura & Clavijo, 2010; Segura & Gutiérrez, 2006), por ejemplo Schuster (2002) propuso una tarea donde pares de ratas recorren tres cámaras contiguas N (near), M (middle) y D (distant). El nombre fue asignado por la distancia al dispensador del reforzador (3 mm, de sacarosa). El requisito para obtener acceso a la sacarosa consistía en ir y venir de la cámara N a la D, permaneciendo como mínimo y de forma simultánea 0.5 s, en cada una. El autor registró las respuestas de permanencia, duración y secuencia.

Siguiendo este procedimiento se ha observado que las secuencias de acciones, ir y venir, de forma conjunta (coordinación) facilita conductas cooperativas en ratas y emerge cuando los sujetos pueden interactuar directamente (Schuster, 2002). Igualmente, la coordinación es facilitada al inducir niveles bajos y moderados de agresión en esta especie. En gran medida, porque

las respuestas específicas de la especie (agresión) incrementan la proximidad, sincronía y diferenciación entre pares (Schuster et al., 1988).

Ejemplos de variables históricas, independientes de las relaciones de interdependencia, son la experiencia social y la exposición a estimulación aversiva (Schuster et al., 1982). Los autores observaron coordinación en diadas alojadas individualmente o en grupo; pero no, en las expuestas a aislamiento. También identificaron que la estimulación aversiva mejora la coordinación si es posterior al entrenamiento. Sin embargo, estas dos variables no han sido exhaustivamente evaluadas, en parte, porque Schuster et al., (1988) han propuesto que aumentan los niveles de agresión y ésta sería la responsable del cambio.

Finalmente, Schuster & Perelberg (2004) evaluaron preferencia por alternativas independientes y conjuntas, comparando las ejecuciones de diadas y sujetos individuales desarrollando la tarea de ida y vuelta. Señalan, que la coordinación intra-par es mejor predictor de la preferencia que la tasa de reforzamiento.

Las anteriores investigaciones (p.e., Lubinski & Thompson, 1987; Schuster & Perelberg, 2004; Skinner, 1962) se han orientado en identificar condiciones de reforzamiento interdependiente que permite estudiar diversos comportamientos sociales (p.e., cooperación, comunicación); sin embargo, la emergencia y preferencia de conductas sociales en un contexto de elección con alternativas independientes ha sido poco evaluado. Un conjunto de experimentos realizados por Segura & Gutiérrez (2006) y Segura & Clavijo (2010) abordaron este problema comparando la distribución de respuestas entre alternativas que implican coordinación (interdependencia) y las que no (independencia), empleando manipulándos individuales y conjuntos.

En el primer estudio identificaron los efectos de privación alimenticia temprana sobre conductas cooperativas en ratas (Segura & Gutiérrez, 2006). Evaluando dos variables históricas: abundancia y escasez. En la primera, los sujetos tuvieron libre acceso al alimento; en escasez, una hora diaria de acceso más una cantidad equivalente a la consumida durante ese periodo. Estas condiciones se prologaron por 5 meses. Posteriormente, pares con la misma historia alimenticia debían desplazar un balón de acero por un canal en dos opciones concurrentes: independiente e interdependiente de la conducta del otro. La cantidad de refuerzo obtenido en la opción interdependiente proporcionaba 4 veces más de lo recibido en la independiente. En fases posteriores se balancearon las cantidades obtenidas en cada opción, 1 pellet en cada alternativa y 4 veces más en la opción individual.

Bajo estas condiciones, las diadas expuestas a escasez presentaron tasas de respuestas interdependientes más altas que las expuestas a condiciones de abundancia. Estos hallazgos indican que la experiencia alimenticia temprana no contingente es una variable que afecta las preferencias en condiciones de interdependencia. Además, identificaron que los sujetos abandonaban la opción independiente si el otro se acercaba a la opción conjunta, se orientaba hacia el balón, lo desplazaba y lo “entregaba” al primero, quien finalizaba la operante. Este patrón de coordinación emergió sin entrenamiento previo.

En el segundo estudio Segura & Clavijo (2010) diseñaron dos experimentos para evaluar cooperación, competencia y altruismo en ratas. Para ello, modificaron la tarea y el instrumento desarrollado para el estudio de conductas cooperativas en ratas (Segura & Gutiérrez, 2006). Tres relaciones de contingencia fueron evaluadas. En la condición 1, *cooperación*, se obtenía la recompensa si el balón era llevado por ambos sujetos de manera conjunta. En la condición 2, *competencia*, obtenía reforzador el sujeto que hiciera primero la operante en la opción interdepen-

diente. Finalmente, en la condición 3, *altruismo*, por actuar en la opción compartida, un sujeto obtenía sólo una unidad de recompensa mientras que el otro obtenía 4 unidades.

En el experimento 1, evaluaron si observar al otro y la magnitud de la recompensa influían en la distribución de respuestas cooperativas e individuales. Para ello, dispusieron una división opaca entre los compartimientos. El diseño empleado fue intra-sujeto, balanceando el orden de exposición a las variables. Observaron que los sujetos fueron más sensibles a la alternativa interdependiente cuando podían observarse al desarrollar la tarea y la exposición inicial era a mayor magnitud de recompensa en esta alternativa. En contraste, cuando no podían observarse y la exposición inicial era a una menor magnitud de la recompensa por cooperar, mostraron insensibilidad a la alternativa conjunta y no emergió coordinación.

En el experimento 2, se evaluaron los efectos de la historia social sobre la preferencia en alternativas independientes e interdependientes. 24 Ratas (12 ♀ y 12 ♂) de 23 días de edad, fueron alojadas individualmente (privación social) o en grupos de 6 sujetos (contacto social), condiciones que permanecieron invariantes durante el experimento.

Los autores encontraron que los sujetos más sensibles a contingencias de interdependencia (cooperación, altruismo y competencia) fueron las ratas hembras expuestas a privación social. En contraste, machos y hembras expuestos a contacto social, mostraron preferencia por la alternativa independiente.

El hallazgo más importante reportado por Segura & Clavijo (2010) fue la identificación de cuatro formas de coordinación en las tres relaciones de contingencia evaluadas: a) cuando se expusieron a cooperación las ratas desplazaban el balón entre ambas y, en el mayor de los casos, una iniciaba la tarea y la otra acompañaba y terminaba la secuencia; b) cuando la relación de

contingencia fomentaba competir se encontraron dos secuencias diferentes, uno consistió en que ambos sujetos movían el balón en direcciones opuestas; al final, quién lo llevara de un extremo al otro recibía acceso a la recompensa; en el segundo caso, solo uno de los sujetos se acercaba a la opción conjunta y el otro permanecía en la alternativa individual; y c) en altruismo se observó que cuando uno de los sujetos respondía en la alternativa central, el otro dejaba de trabajar en la alternativa individual y se acercaba directamente al dispensador de alimento.

Con excepción de los últimos estudios reseñados (Schuster & Perelberg, 2004; Segura & Clavijo, 2010; Segura & Gutierrez, 2006) no hay evidencia experimental donde los sujetos se les permita elegir concurrentemente entre alternativas individuales e interdependientes de la conducta del otro. Sin embargo, para lograr identificar con mayor claridad la preferencia por el actuar conjunto es imprescindible confrontar estas opciones con alternativas individuales.

En general, bajo estas condiciones de elección se ha encontrado preferencia por la alternativa individual (Segura & Gutiérrez, 2006) que decrece cuándo: a) se observa coordinación (Schuster & Perelberg, 2004; Segura & Clavijo, 2010); b) los sujetos han sido expuestos a condiciones de escasez de alimento (Segura & Gutiérrez, 2006); c) los sujetos pueden observarse y la magnitud de recompensa obtenida es mayor en la opción conjunta (Segura & Clavijo, 2010); y d) si han sido expuestos a privación social (Segura & Clavijo, 2010).

Por último, algunas investigaciones han evaluado conductas en condiciones de interdependencia pero siguiendo una aproximación más evolucionista (Arnold & Taborsky, 2010; Brosnan & de Waal, 2002, 2004; Rutte & Taborsky, 2008), o también, proponiendo un puente entre causas próximas y últimas (Perelberg & Schuster, 2008, 2009).

Por ejemplo, Rutte & Taborsky (2008) diseñaron una tarea con pares de ratas hembras, donde, al halar una palanca, un sujeto le permitía al otro el acceso al alimento. Cada sujeto fue

expuesto a las dos condiciones, halar o recibir alimento. Los autores observaron que la tendencia a cooperar está determinada por la información social específica (historia de interacción). Es decir, trabajar con congéneres que anteriormente han brindado ayuda (reciprocidad directa), fomenta la cooperación en esta especie. En contraste, cooperar es menos probable con compañeros que no se conocen o que no presentaron reciprocidad.

Como se mencionó anteriormente, algunos investigadores proponen integrar causas próximas y distales en la explicación de fenómenos que implican coordinación (Perelberg & Schuster, 2008, 2009). En parte, porque estos fenómenos (p.e., cooperación) parecen implicar procesos evolutivos mediados por lasos sociales y experiencias tempranas, difíciles de abordar al estudiar exclusivamente los pagos inmediatos generados al comportarse socialmente. Al respecto, Perelberg & Schuster (2008) señalan que *“una aproximación que integre procesos próximos y últimos, ofrece un mejor ajuste al retraso temporal entre los resultados que determinan la conducta y aquellos que determinan la eficacia biológica”* (p.119). Identificar los procesos inmediatos que gobiernan la conducta (i.e., reforzamiento) como los resultados que generan a largo plazo (sobrevivir, reproducirse) permitiría explicar con mayor precisión este tipo de comportamientos sociales.

En general, limitar el estudio de conductas sociales a respuestas discretas como presionar un botón y halar una palanca, imposibilita observar la secuencia de acciones que distinguen el ajuste de la conducta individual a restricciones interconectadas. La respuesta a la pregunta de si un tipo de respuesta u otro son realmente instancias de cooperación o altruismo se encontrará en la medida que se identifiquen las acciones al trabajar en conjunto.

Como señaló Skinner (1971) *“el episodio social consiste en seguir y guiar”* (p. 289). Consiste en secuencias de acciones complejas donde pueden operar dos tipos de contingencias, la

conducta del seguidor está bajo el control de lo que el líder hace y la conducta del líder recae directamente sobre las relaciones dispuestas en el instrumento. Sin embargo, también señala que *“el líder no es absolutamente independiente del seguidor, puesto que su conducta requiere el apoyo de la conducta correspondiente por parte de los demás, y en la medida que esta cooperación es necesaria, el líder es, de hecho, conducido por sus seguidores”* (p. 291). La dinámica del ajuste conductual a situaciones donde los beneficios obtenidos no dependen exclusivamente de la propia conducta sino que dependen también de lo que otros hacen, implica similaridad, sincronía, coordinación y en algunos casos complementariedad en las acciones.



## JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La evidencia experimental de reciprocidad, altruismo y cooperación en una especie tan simple como la rata (*Rattus norvegicus*) ha venido en aumento (Bartal, Deceti & Mason, 2012; Lopuch & Popik, 2011; Rutte & Taborsky, 2008; Schneeberger, Dietz & Taborsky, 2012), sin embargo tres dificultades enmarcan su estudio:

1. No se cuenta aún con procedimientos que faciliten la emergencia de actividades sincrónicas y coordinadas en esta especie y, excepto en las tareas desarrolladas por Schuster (2002; 2004) y Segura & Gutiérrez (2006), normalmente los autores moldean la conducta objetivo de forma que no hay claridad si el ajuste conductual observado es producto de las restricciones, el entrenamiento, el uso de manipulandos compartidos o la posibilidad de contacto directo entre los sujetos. Pero, cómo determinar que el comportamiento observado es el ajuste de la conducta interindividual a consecuencias interdependientes.

2. Los estudios que han evaluado la elección entre actividades conjuntas e individuales han observado preferencia por la opción individual o indiferencia entre las alternativas (Segura & Clavijo, 2010; Segura & Gutiérrez, 2006). Sin embargo, observaciones naturales y estudios de campo han identificado que los individuos eligen el trabajo de conjunto aun cuando pueden optar por el trabajo individual (Rossbach, 1999). No se conoce aún ¿qué factores determinan estas preferencias?

3. La emergencia de actividades sincrónicas y coordinadas les permite a los sujetos acceder a las consecuencias. Sin embargo, estos patrones no han sido identificados ni cuantificados. ¿Qué tan efectivos son los sujetos al sincronizar y coordinar sus acciones? ¿cómo se relaciona su efectividad con las tasas de respuesta y reforzamiento?

Los propósitos del presente estudio, orientados por la búsqueda de soluciones a las dificultades señaladas anteriormente, son: a) detectar si las ratas realmente se ajustan a restricciones interdependientes, aislando los efectos que el entrenamiento (moldeamiento) de una respuesta específica y/o el uso de manipulándos compartidos (e.g., palanca, balón) pudiesen tener sobre el comportamiento observado (pilotaje); b) identificar la distribución del comportamiento ante restricciones donde los pagos obtenidos son independientes o interdependientes de la conducta del otro (experimento 1); c) observar si la distribución mencionada en el punto anterior está en función de cambios en la probabilidad y cantidad del reforzamiento (experimentos 2 y 3); y d) identificar y cuantificar el patrón de actividades sincrónicas y coordinadas producto del trabajo conjunto (experimentos 1, 2 y 3).

Para lograr este propósito se piloteo una tarea experimental y se realizaron tres experimentos: en el pilotaje, pares de ratas aprendieron a ir de una caja inicio a una meta, pasando por uno de dos corredores posibles. Los pagos obtenidos, podían depender de la elección conjunta o ser independiente, según las restricciones evaluadas. En los otros tres experimentos pares de ratas aprendieron a desplazar un balón de un extremo al otro de un canal. Esta respuesta podía ser realizada de forma individual o conjunta y operaba según las relaciones de contingencia evaluadas en cada uno de los experimentos.

### **PILOTAJE DE UNA TAREA EXPERIMENTAL DE IDA Y VUELTA**

Los objetivos del protocolo experimental fueron: a) identificar los patrones de actividades conjuntas que pueden emerger bajo estas restricciones; y b) detectar si las ratas realmente se ajustan a restricciones interdependientes cuando tienen contacto directo entre sí, aislando los efectos que el entrenamiento (moldeamiento) de una respuesta específica y/o el uso de operandos compartidos (e.g., palanca, balín) pudieran generar sobre el comportamiento.

Se seleccionó la tarea más sencilla posible en la búsqueda de alimento en esta especie, ir de un lugar a otro cruzando por uno de dos corredores posibles. La obtención de alimento se hizo contingente a la elección de ambos sujetos permitiendo la interacción directa entre ellos (condición de interdependencia directa, ITD). Para evaluar y comparar la efectividad de este procedimiento con los protocolos tradicionales los sujetos fueron asignados a compartimientos individuales, contiguos y separados por una división transparente. Los pagos obtenidos podían depender de la elección conjunta (condición de interdependencia presencia, ITP) o individual (condición de independencia presencia, IDP).

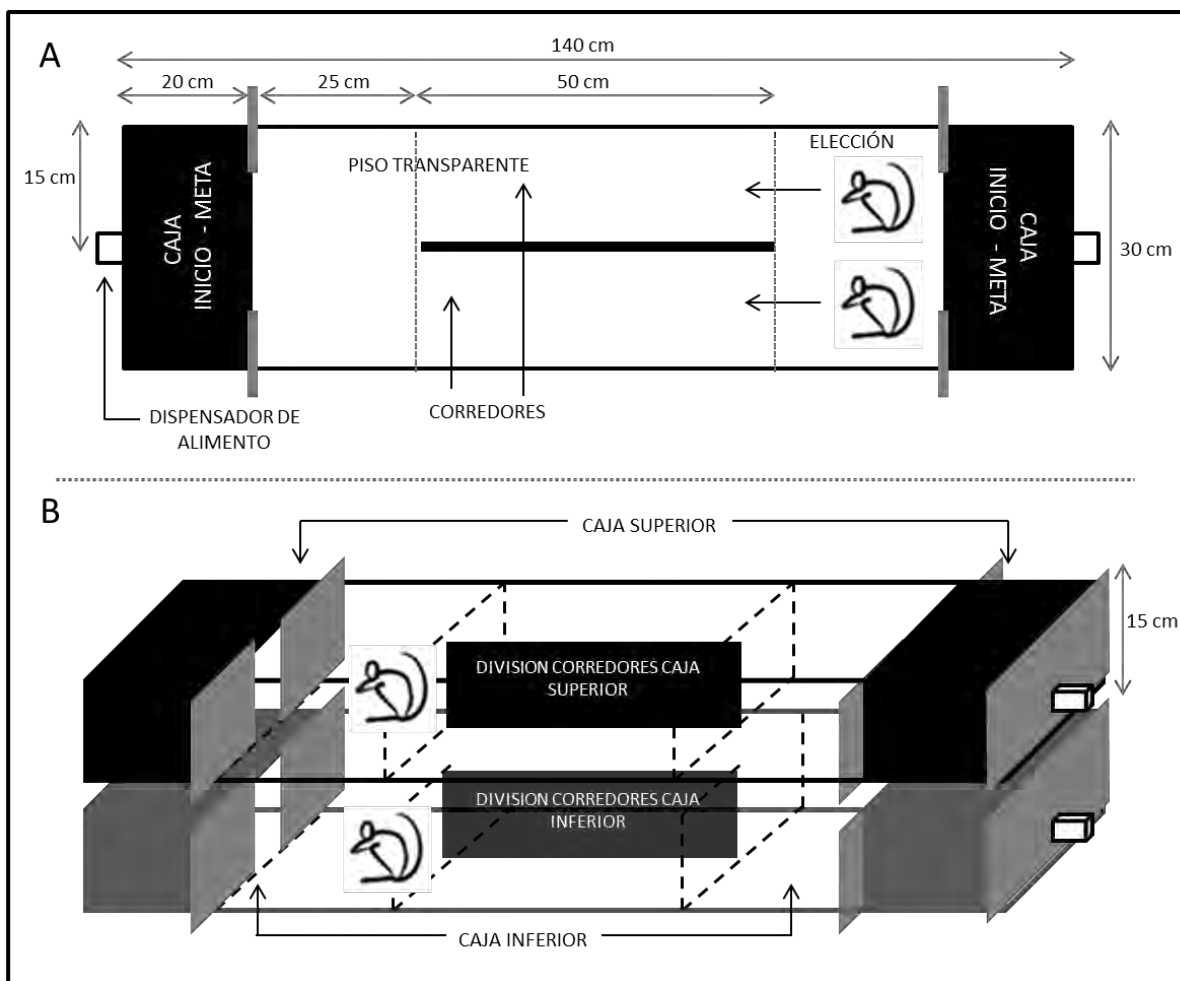
## MÉTODO

### Sujetos

Se emplearon ocho ratas wistar macho (*Rattus norvegicus*) experimentalmente ingenuas y de 70 días de edad al comienzo del estudio. Fueron alojadas en una habitación del bioterio de la facultad de psicología, UNAM. Se asignaron individualmente a cajas habitacionales de acrílico, cada una con las siguientes dimensiones: 22 cm de alto, 25 cm de ancho y 45 cm de largo, generando una superficie disponible total de 1125 cm<sup>2</sup>. Durante 10 días los sujetos fueron habituados a las condiciones individuales de alojamiento y se realizó la línea de base del peso corporal en condiciones de libre acceso al alimento. Posteriormente, se redujo de forma progresiva (e.g., 2 gr diarios) la cantidad de alimento suministrada hasta que los sujetos alcanzaron el 85% de su peso corporal, porcentaje que se mantuvo hasta el final del experimento al restringir el acceso diario a  $\pm 9$  gr de alimento, dos horas después de concluida la sesión experimental. El ciclo luz-oscuridad fue de 12\*12 horas (iniciando luz a las 7:00 am). Las sesiones experimentales se realizaban 6 horas después de iniciado el ciclo de luz. Se mantuvo la temperatura ambiente a  $21^{\circ} \pm 2^{\circ}$  centígrados. El experimento se realizó de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana para la producción, cuidado y uso de los animales del laboratorio (NOM-062-Z00-1999).

### Instrumento

Se diseñó y construyó un instrumento compuesto por dos cajas superpuestas y divididas por un piso transparente que permitía la observación de los sujetos entre sí (ver figura 1-B). Cada caja estaba compuesta por dos cajas inicio-meta y una plataforma transparente de 100 cm de largo y 30 cm de ancho. Esta plataforma tenía una división central opaca que dividía la plataforma en dos corredores de 50 cm largo y dos zonas de elección (ver figura 1-A).



**Figura 1.** Caja de elección para dos sujetos. En la vista superior (A) se pueden identificar las cajas inicio-meta, los corredores y los dispensadores de alimento. En la condición de interdependencia directa ambos sujetos eran asignados a este compartimiento. En B, se representa la superposición de dos cajas idénticas con el piso transparente permitiendo la observación de los sujetos entre sí (uno arriba y otro abajo), las divisiones entre los corredores eran totalmente opacas. Esta superposición de compartimientos fue empleada en las condiciones de independencia e interdependencia presencia.

## Procedimiento

Se asignaron aleatoriamente los ocho sujetos a cuatro diadas. Durante dos sesiones de 20 minutos al día se les permitió, en parejas, la libre exploración de la caja experimental. Posteriormente los sujetos fueron expuestos a las condiciones y fases experimentales según fueron asignados (ver tabla 1).

Cada sesión experimental estuvo compuesta por dos bloques de 4 ensayos forzados (dos por opción) y dos bloques de 10 ensayos libres (20 por sesión). El primer y segundo bloque de ensayos forzados antecedía al primer y segundo bloque de ensayos libres, respectivamente. Un ensayo libre comenzaba con ambos sujetos en cajas de inicio del mismo lado, luego de 5 segundos las compuertas de las cajas se abrían y los sujetos podían ir hasta la caja meta pasando por uno de los dos corredores, donde tenían acceso o no al alimento (pellets) según la restricción que estaba operando (ver tabla 1), luego las compuertas de la caja meta se cerraban y después de tres segundos iniciaba un nuevo ensayo, ahora en la dirección opuesta.

En los ensayos forzados la operante se reforzaba contingentemente a la condición experimental evaluada. Se bloqueaba el acceso a una de las dos opciones durante dos ensayos consecutivos, luego se hacía lo mismo para la otra opción. Se contaba como ensayo perdido cuando uno de los sujetos había recorrido completamente uno de los corredores al tiempo que el otro no hubiese iniciado su recorrido por ninguno de ellos. A continuación se describen las restricciones experimentales:

1. Interdependencia-Directa (ITD), ambos sujetos de la diada estaban en el mismo compartimiento (caja superior) y podían elegir uno de los dos corredores. Si tomaban idéntico corredor obtenían 4 pellets, si elegían corredores diferentes obtenían 1 o 0 pellets, según la fase experimental (ver tabla 1).

2. Interdependencia-Presencia (ITP), al igual que en la condición anterior los pagos obtenidos dependían de la elección conjunta (igual o diferente corredor). La diferencia consistió en que uno de los sujetos fue asignado siempre a la caja superior y el otro a la inferior.

3. Independencia-Presencia (IDP), uno de los sujetos era siempre ubicado en la caja superior y el otro en la inferior. Para uno de ellos elegir el corredor del lado izquierdo generaba

acceso a 4 pellets y 1 pellet si elegía la otra opción. Para el otro sujeto de la diada, elegir la opción del lado derecho le permitía obtener 4 pellets, si elegía el corredor izquierdo obtenía sólo 1. A diferencia de las condiciones de interdependencia, la elección de cada uno de los sujetos no interfería en lo que el otro obtenía, era independiente.

**Tabla 1:**

Diadas, orden de exposición a las condiciones experimentales y pagos programados.

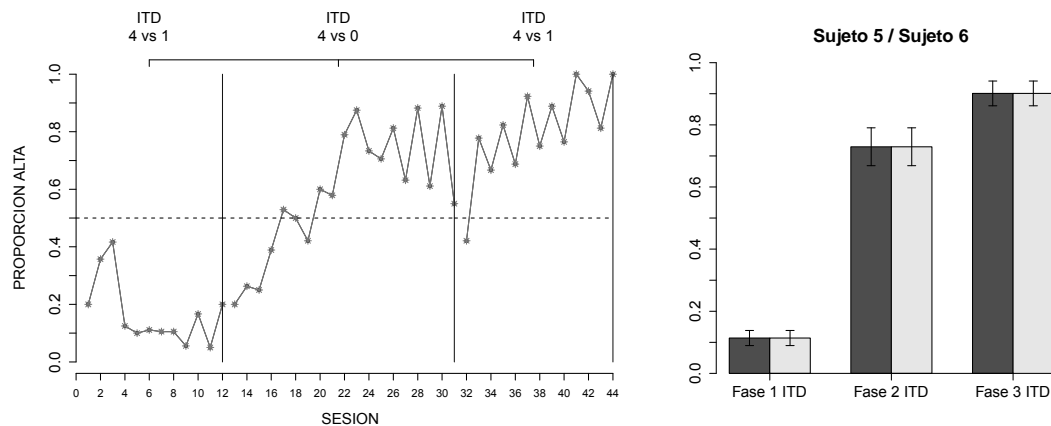
DIADA/SUJETOS	CONDICIONES EXPERIMENTALES		
	FASE 1	FASE 2	FASE 3
A / (5-6)	ITD	ITD	ITD
	4 vs 1	4 vs 0	4 vs 1
B / (9-10)	IDP	ITD	ITD
	4 vs 1	4 vs 0	4 vs 1
C / (1-3)	ITP	ITP	----
	4 vs 1	4 vs 0	----
D / (2-4)	IDP	ITP	----
	4 vs 1	4 vs 0	----

La asignación a las condiciones experimentales, el cambio entre fases y el número de sesiones al que fueron expuestas cada una de las cuatro diadas se realizaron con el fin de evaluar el ajuste a restricciones interdependientes producto del patrón de actividades conjuntas. Se comparó la metodología tradicional, donde los sujetos son aislados a compartimientos diferentes, con un protocolo que permite la interacción directa entre ellos. Por esta razón, una de las diadas fue expuesta en todas las condiciones a ITD (metodología propuesta), otra se expuso a la metodología tradicional (ITP) y las dos restantes que iniciaron en independencia presencia (IDP), luego fueron asignadas a uno de los dos protocolos evaluados.

## RESULTADOS

Los análisis presentados se basan en la frecuencia relativa de ensayos en los que los sujetos obtenían 4 pellets (proporción alta). Como se piloteó una metodología el único criterio a priori fue establecer en 120 (6 sesiones) el número mínimo de ensayos que componían cada condición experimental, el cambio de una fase experimental a otra obedeció a la observación de una tendencia de ajuste o no de la conducta a las restricciones evaluadas.

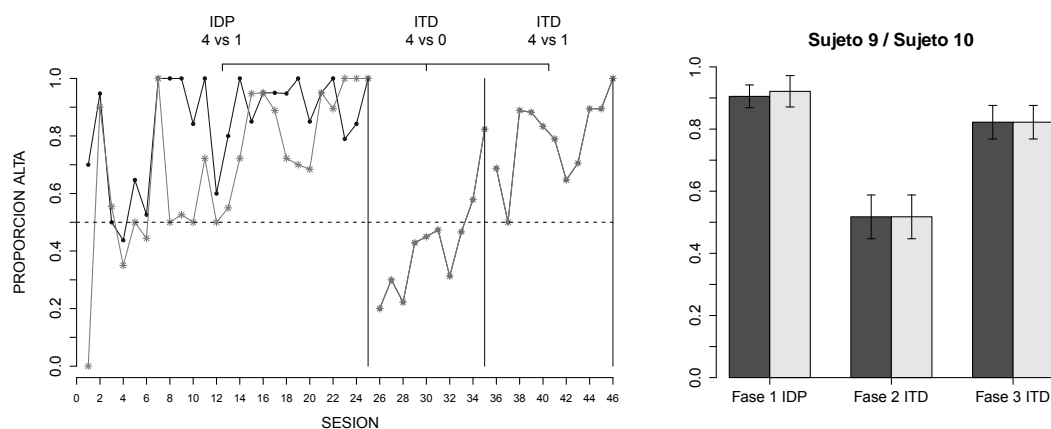
Las figuras están compuestas por un polígono de frecuencias y un histograma de barras; en el primero, se presentan la frecuencia de ensayos en que los sujetos de cada diada elegían la opción asociada con el mayor pago, durante todas las condiciones y organizadas de forma consecutiva. Como en las condiciones de interdependencia (ITD-ITP) los pagos dependen de la elección conjunta las frecuencias relativas son idénticas entre los sujetos, por esta razón se observa una sola línea. En el histograma se presentan los promedios obtenidos en las últimas 6 sesiones, de cada una de las fases.



**Figura 2.** Frecuencia relativa de ensayos en que los sujetos de la diada A elegían idéntico corredor. Las líneas segmentadas indican la proporción de respuestas si la elección fuera aleatoria. Las líneas continuas verticales separan las fases experimentales. En el histograma de barras se presentan los promedios de las últimas 6 sesiones en cada una de las fases, las barras de error indican el error estándar de la media.



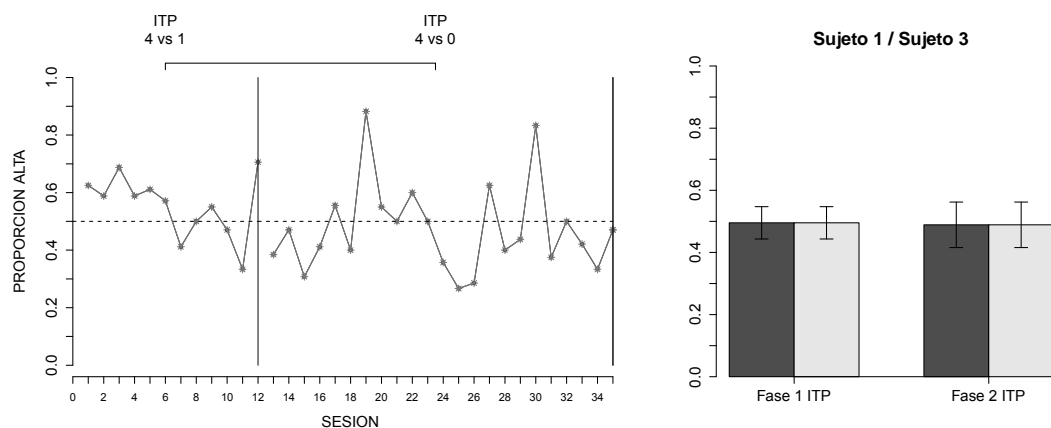
Como se observa en la figura 2, la frecuencia relativa de ensayos en la que ambos sujetos tomaban el mismo corredor varió en función de las condiciones experimentales. En la primera fase, la proporción fue muy baja ( $\bar{X}$ , 0.11), aumentando de forma gradual en la segunda fase ( $\bar{X}$ , 0.73), cuando elegir corredores diferentes no era reforzado, haciendo así más salientes las consecuencias de la elección opuesta. En la última fase, la preferencia de los sujetos por elegir la misma opción se acentúa ( $\bar{X}$ , 0.90) aunque las restricciones sean idénticas a las de la primera fase.



**Figura 3:** Frecuencia relativa de ensayos en que los sujetos de la diada B elegían la opción más alta en cada una de las condiciones. Las líneas segmentadas indican la proporción de respuestas si la elección fuera aleatoria. En el histograma de barras se presentan los promedios de los últimos 6 ensayos por cada condición, las barras de error indican el error estándar de la media.

En la figura 3 se puede observar el ajuste de la conducta individual de los sujetos 9 y 10 a restricciones independientes (fase 1), al final de la fase ambos sujetos muestran preferencia por el corredor asociado a la mayor cantidad ( $\bar{X}$ , 0.90:0.92, respectivamente). El cambio a restricciones interconectadas (fase 2) produce que la distribución de respuestas conjuntas sea inicialmente baja y gradualmente aumente. Similar a los sujetos de la diada A la preferencia por elegir el mismo corredor se acentúa en la última fase llegando al 82%.

Es importante resaltar que al final de la fase 1 (IDP) los sujetos tomaban consistentemente corredores opuestos. Este ajuste hace más interesantes los resultados observados en la fase 2 donde la elección conjunta del mismo corredor aumenta de forma gradual, haciendo evidente la sensibilidad de los sujetos a restricciones interdependientes.

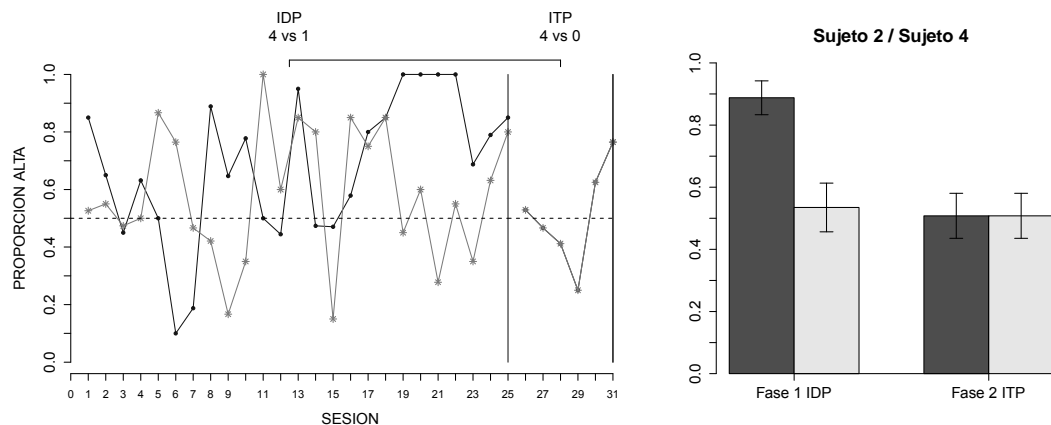


**Figura 4.** Frecuencia relativa de ensayos en que los sujetos de la diada C elegían la opción más alta: tomar igual corredor uno arriba del otro. En el histograma de barras se pueden observar los promedios de los últimos 6 ensayos por fase, las barras de error indican el error estándar de la media. Las líneas segmentadas indican la proporción de respuestas si la elección fuera aleatoria.

En los sujetos expuestos a contingencias de interdependencia presencia (ITP) se encontró insensibilidad a las restricciones. El promedio de respuestas en los que ambos sujetos de la diada elegían la misma ruta, igual corredor uno arriba del otro, fue de 0.49 en la primera fase y de 0.48 cuando no obtenían nada si tomaban corredores opuestos (fase 2). El cambio en la distribución de sus respuestas entre las fases y a lo largo de las sesiones fue mínimo y muy cercano al azar (ver figura 4). Por esta razón no se realizó una tercera fase de reversión a las condiciones de la fase 1.

Es importante señalar que aunque en la segunda fase no obtenían nada si elegían caminos diferentes, no se observó un ajuste similar al presentado por los sujetos de la diada A cuando fueron expuestos a idéntica condición. Estos resultados indican que la asignación a comparti-

mientos diferentes (metodología tradicional) imposibilitó el ajuste a restricciones interdependientes.



**Figura 5.** Frecuencia relativa de ensayos en que los sujetos de la diada D elegían la opción más alta independiente (fase 1) e interdependiente de la elección de su compañero (fase 2). En el histograma de barras se presentan los promedios (últimos 6 ensayos) en las condiciones experimentales, las barras de error indican el error estándar de la media. Las líneas segmentadas indican la proporción de respuestas si la elección fuera aleatoria.

El ajuste de la conducta individual a las restricciones impuestas a los sujetos de la diada D fue poco estable (ver figura 5). En la condición donde los pagos obtenidos eran independientes de la elección del compañero (IDP) se observó variabilidad en las distribuciones. Los promedios obtenidos por los sujetos 2 y 4 en esta fase ( $\bar{X}$ , 0.88: 0.53 respectivamente) indican que sólo el sujeto 2 se ajustó la restricción individual. Cuando los pagos obtenidos fueron interdependientes (ITP) el promedio de la distribución observada estuvo sobre el azar ( $\bar{X}$ , 0.50). Esta insensibilidad a restricciones interdependientes determinó que no se realizara una tercera fase.

## DISCUSIÓN PILOTAJE

La tarea evaluada en este pilotaje se constituye en un protocolo experimental útil para replicar patrones de coordinación en ratas cuando se permite el contacto directo entre los sujetos y los pagos obtenidos dependen de la elección conjunta. En contraste, no permite replicar estos patrones cuando los sujetos son asignados a compartimientos separados, restringiendo su interacción al contacto estrictamente visual.

Los presentes resultados sugieren que la conducta inter-individual en ratas se ajusta a restricciones donde los pagos obtenidos son mediados por la conducta del otro. Dos aspectos fundamentales observados en los entornos de interdependencia directa (ITD) soportan este hallazgo. Primero, la dinámica de ajuste conductual identificada en las diadas A y B (fases 2 y 3); y segundo, la emergencia de patrones de actividad (no entrenados) que antecedían la elección conjunta del mismo corredor y en consecuencia generaban el acceso a 4 pellets.

El ajuste conductual a restricciones de ITD se desarrolló de forma gradual a medida que los sujetos experimentaban las consecuencias del trabajo conjunto (fase 2), y se estabilizó rápidamente en la última fase. La preferencia por el trabajo conjunto fue muy similar en ambas diadas, al margen de haber sido expuestas a historias experimentales diferentes en la primera fase.

Observaciones casuales permitieron identificar tres patrones de actividad que emergieron conjuntamente al ajuste gradual: primero, se observó una pausa en la zona de elección y aumento en la velocidad de carrera al cruzar el corredor, luego se identificó un patrón de pausa-seguimiento donde uno de los sujetos elegía un corredor y el otro “copiaba” esta elección (no se observaron actos complementarios, distribución de tareas líder-seguidor), estos patrones fueron observados en la fase 2 en ambas diadas. Por último, correlacionado con el incremento en la preferencia por elegir la misma opción (fase 3), los sujetos establecían contacto directo en la zona

de elección acercando sus hocicos y vibrisas, luego elegían idéntico corredor (para evidencia audio-visual, véase Segura, 2013).

Es muy probable que el nivel de interacción social (contacto directo) entre los sujetos haya facilitado su acercamiento y cambio de posiciones en el espacio y tiempo (coordinación), permitiendo el ajuste gradual de la conducta inter-individual a restricciones interdependientes (ITD). En contraste, restringir la interacción de los sujetos al estricto contacto visual, ubicándolos en compartimientos diferentes, imposibilitó el ajuste a pagos interdependientes y la emergencia de actividades coordinadas (diadas C y D). Adicionalmente, en entornos donde los pagos son dependientes de la conducta individual e independientes de la conducta del otro, la presencia de un compañero no parece tener efecto alguno en el ajuste a estas contingencias (IDP).

## **DISTRIBUCIÓN DEL COMPORTAMIENTO EN TAREAS QUE IMPLICAN COORDINACIÓN**

Se realizaron tres experimentos que permitieran: a) identificar y cuantificar el patrón de actividades sincrónicas y coordinadas producto del trabajo conjunto; b) observar la distribución del comportamiento ante restricciones donde los pagos obtenidos son independientes e interdependientes de la conducta del otro; y c) identificar si la distribución del comportamiento en estos entornos es sensible a cambios en la probabilidad y la magnitud del reforzamiento.

Se diseñó una caja experimental para el estudio de coordinación en ratas. La tarea consistió en desplazar un balón de un extremo al otro de un canal, respuesta que implicaba la coordinación de actividades individuales y de conjunto. El instrumento y protocolo experimental permitió confrontar a los sujetos a cuatro condiciones de elección entre opciones con pagos independientes e interdependientes de la conducta de otro.

## EXPERIMENTO 1

### MÉTODO

#### Sujetos

Se utilizaron 11 ratas wistar hembra (*Rattus norvegicus*) experimentalmente ingenuas y de 70 días de edad al inicio del experimento. Después de la habituación a las condiciones individuales de alojamiento, idénticas a las realizadas en el pilotaje, el peso corporal de los sujetos se redujo de forma progresiva hasta alcanzar el 85%, condición que se mantuvo hasta el final del experimento. El ciclo luz-oscuridad fue de 12\*12 horas (iniciando luz a las 7:00 am). La temperatura ambiente de  $21^{\circ} \pm 2^{\circ}$ centígrados. El experimento se realizó de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana para la producción, cuidado y uso de los animales del laboratorio (NOM-062-Z00-1999).

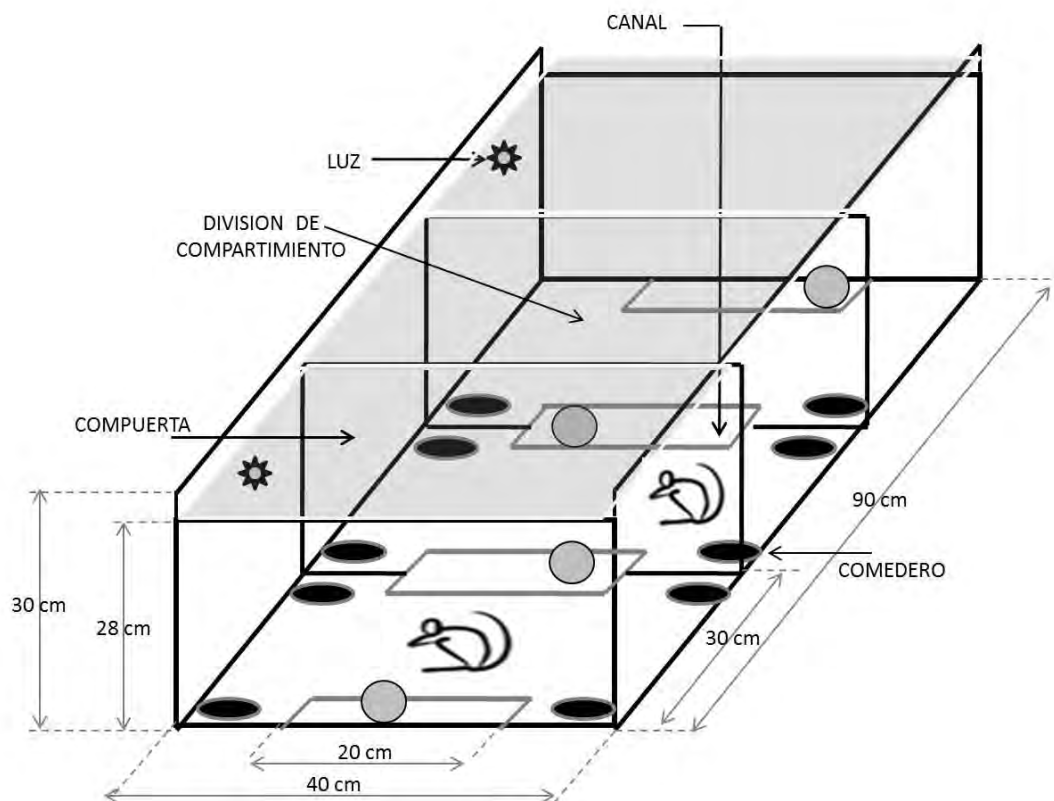
#### Instrumento

Se diseñó, elaboró y sistematizó una caja experimental para el estudio de coordinación en ratas. El diseño es una modificación al instrumento utilizado por Segura & Clavijo (2010) para el estudio de contingencias sociales.

El instrumento lo compone una caja rectangular en acrílico de 90 X 40 X 30 cm (largo, ancho y alto) compuesta por una base para el piso y dos paredes laterales de color negro, además de siete paneles transparentes de 40 X 28 cm (largo, ancho); cuatro de ellos dividen la caja en tres compartimentos y los tres restantes, conforman las compuertas deslizables superiores. Cada uno de los compartimentos tiene dos canales de aluminio de 20 X 2.7 cm (largo y ancho) que permiten el desplazamiento de balines de acero de 2,25cm de diámetro y 55grs de peso (ver figura 6). Los canales interiores (alternativas conjuntas) son compartidos por los compartimentos

contiguos permitiendo que los sujetos que se encuentren en esos compartimentos puedan operar libremente sobre los balines dispuestos en ellos. Los otros dos canales (alternativas individuales) solo permiten el acceso al sujeto de ese compartimento.

Para su funcionamiento electro-mecánico se construyeron doce dispensadores de alimento, ocho detectores a base de fotoceldas de luz infra-roja (dos por canal), seis placas en acero (dos por compartimento) con circuitos aislados para la detección de movilidad y un micro controlador PIC como interfaz de comunicación.



**Figura 6.** Caja de elección social para tres sujetos. Permite la elección entre alternativas individuales y conjuntas. Se pueden observar los balines, canales, divisiones y secciones que la componen.



Para el control y programación de la caja se realizaron dos interfaces, una de comunicación y la otra gráfica de usuario. La primera, utilizó el micro-controlador PIC (18F550) de Microchip, este dispositivo permite la comunicación con la computadora por medio del puerto USB. La programación del micro-controlador se realizó con el software MPLAB utilizando el compilador auxiliar (CCS), el cual permite utilizar comandos y sintaxis del lenguaje de programación “C”.

La interfaz gráfica de usuario fue programada en la plataforma de desarrollo de Java Netbeans 7.1, se utilizó el Java Development Kit 7.0 (JDK) y el Java Runtime Environment 7.0 (JRE), ambos para plataforma de Windows XP, Windows Vista y Windows 7 de 32 bits. El programa es una aplicación “Multithreading”, para la comunicación del programa realizado en Java y el micro-controlador PIC se usó la librería auxiliar y de libre distribución “jpicusb.jar”, para la captura de video se empleó el plug-in de Java (Java Media Framework). Por último, para el vaciado de datos en Microsoft Office Excel se empleó la librería jxl.jar la cual permite el desarrollo de una base de datos en formato .xls a través de Java.

## **Procedimiento**

Luego de la habituación a las condiciones experimentales todos los sujetos fueron expuestos de forma individual al moldeamiento de la conducta objetivo, desplazar un balón de un extremo a otro. Posteriormente se realizó la exposición las condiciones experimentales:

### **Moldeamiento**

Para entrenar la respuesta objetivo, se utilizó la técnica de moldeamiento por aproximaciones sucesivas. Esta fase estuvo compuesta por 3 condiciones similares a las propuestas por Segura & Gutiérrez (2006): a) entrenamiento de la respuesta de manipulación del balón de derecha a izquierda (D-I) en uno de los canales; b) entrenamiento de la respuesta

individual de izquierda a derecha (I-D); y c) entrenamiento de la respuesta final deseada; es decir, desplazamiento continuo del balón de un extremo al otro del canal y viceversa (I-D, D-I). Cada recorrido (e.g., I-D) fue contingentemente reforzado con 1 pellet (RF1). Es importante señalar que los sujetos fueron entrenados individualmente, imposibilitándose así cualquier tipo de interacción entre ellos. Se realizaron sesiones diarias de 10 minutos durante 25 días.

Al final de esta fase los sujetos fueron divididos en dos grupos: control experimental y experimental. En el primero, 3 sujetos fueron asignados aleatoriamente, cada uno, a una de las tres posibles condiciones de control experimental o “condición esclavo”. Esta asignación se fijó durante todo el experimento. En el grupo de los sujetos experimentales el paso de cada uno de los 8 sujetos por cada una de las 4 condiciones experimentales fue asignado aleatoriamente de la siguiente manera: De las 24 diferentes formas en las que se pueden combinar las 4 condiciones experimentales (A-B-C-D) se seleccionaron aleatoriamente 8, una para cada uno de los sujetos. En la siguiente tabla se representa la asignación de todos los sujetos.

**Tabla 2:**

Asignación de los sujetos según el orden de exposición a las condiciones experimentales.

SUJETOS	ORDEN DE EXPOSICION Y CONDICIONES			
	1°	2°	3°	4°
11	A	D	B	C
2	D	C	A	B
4	C	B	D	A
9	B	A	C	D
12	A	C	D	B
8	D	B	C	A
16	C	A	B	D
1	B	D	A	C
7		Control condición A		
10		Control condición C		
5		Control condición D		

Antes de describir las 4 condiciones experimentales es importante hacer explícitas la forma en que la conducta de los individuos era registrada y computarizada y las relaciones de contingencia a las que fueron expuestos los sujetos.

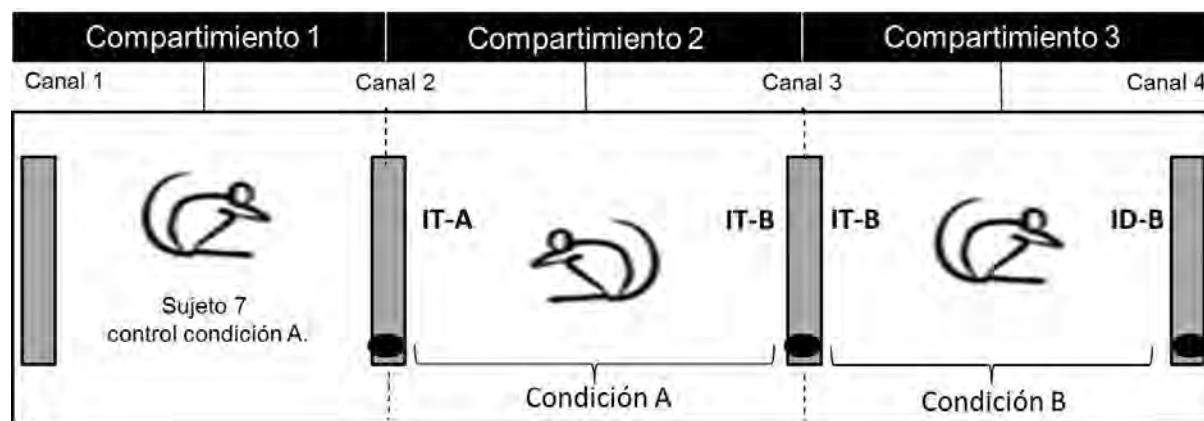
Se registró como *recorrido* que el balón fuera desplazado de un extremo del canal, donde interrumpía una fotocelda, hasta el extremo opuesto del canal donde interrumpía la otra fotocelda. Así fue posible registrar la duración del recorrido y la posición del balón. Para el registro del *tiempo de contacto* con el operando (balón), un circuito eléctrico de 5 micro-amperios compuesto por el piso en acero y el balón, era cerrado cuando el sujeto tenía contacto con ambos elementos. De esta manera fue posible computar el tiempo neto de contacto con el operando. Estas dos medidas, posición del balón y tiempo de contacto permitieron establecer las contingencias de reforzamiento.

La contingencia individual puede describirse formalmente de la siguiente manera: si hace Y, llevar el balón de un extremo al otro del canal, obtiene acceso a X (1 pellet). Una restricción interdependiente puede describirse como: Si hacen Y, llevar el balón de un extremo al otro obtienen acceso a X (6 pellets para cada sujeto). En este caso la operante conjunta Y consistió en que la distribución relativa del tiempo de contacto (TC) de uno de los sujetos, con relación al tiempo de contacto del otro sujeto durante un recorrido, estuviera entre un rango de  $0.4 \geq TC \leq 0.6$ . Por ejemplo, si el tiempo de contacto de ambos sujetos con el balón durante un recorrido fue de 1000 ms, cualquier distribución individual de tiempo de contacto entre  $400 \text{ ms} \geq TC \text{ sujeto A} \leq 600 \text{ ms}$ , operaría y en consecuencia tendrían acceso al reforzador. Cualquier distribución fuera del rango se registraba como NO Y.

Por último, en ambas relaciones de contingencia tres interrupciones consecutivas de un mismo extremo del canal o 10 segundos transcurridos desde el inicio del recorrido sin completarlo, reseteaba el tiempo y se registraban como NO Y.

#### Condición Experimental A

En esta condición los sujetos podían elegir entre dos opciones interdependientes (IT). Una compartida con el sujeto control condición A (IT-A) quien no tenía posibilidad de elegir y en consecuencia la disponibilidad para trabajar en esta opción era “alta”. La otra opción de respuesta (IT-B) era conjunta con el sujeto en la condición B quien si podía elegir entre dos opciones de respuesta (ver figura 7). Los pagos obtenidos en ambas opciones de respuesta eran 6 pellets.



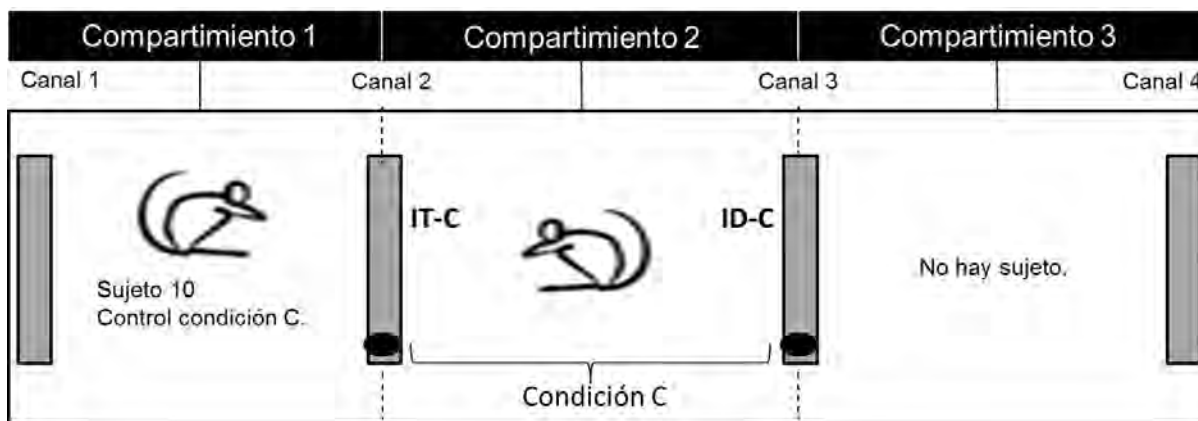
**Figura 7.** Representación gráfica de las condiciones experimentales A y B. El sujeto 7 en el compartimiento 1 siempre fue asignado a esa condición. En el compartimiento 2 se representan las restricciones a las que eran expuestos los sujetos cuando pasaban por la condición A. En el compartimiento 3 se representan las restricciones que operaban en la condición B.

### Condición Experimental B

En esta condición experimental los sujetos podían elegir entre dos opciones de respuesta. Una individual o independiente (ID-B) y otra conjunta (IT-B) con el sujeto de la condición A (ver figura 7).

### Condición Experimental C

Como se representa en la figura 8, en esta condición los sujetos tenían la posibilidad de trabajar conjunto (IT-C) con el sujeto control, quien solo tenía disponible esta opción, o trabajar individualmente en el canal 3 (ID-C).

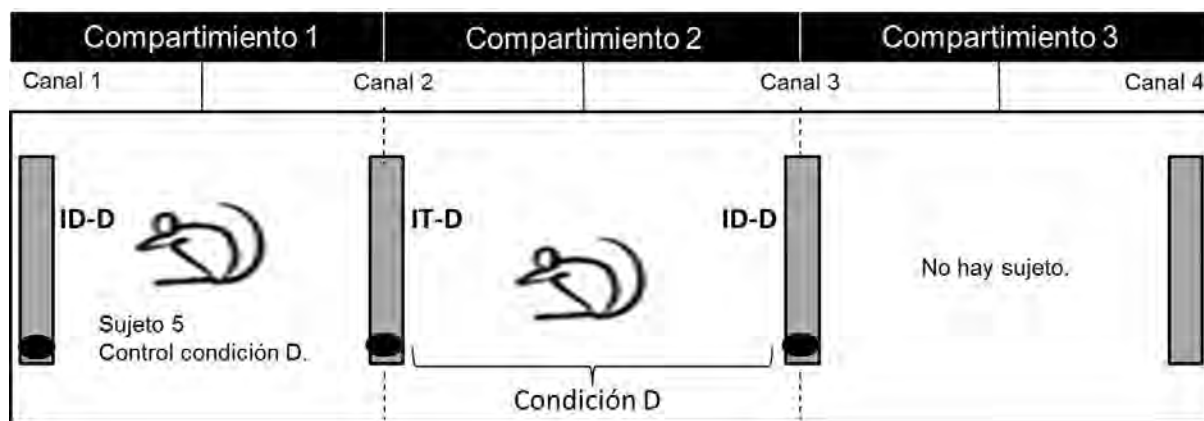


**Figura 8:** Representación gráfica de la condición experimental C. El sujeto 10 en el compartimiento 1 siempre fue asignado a esa condición. En el compartimiento 2 se representan las dos opciones de respuesta posibles (IT-C; ID-C) para los sujetos cuando pasaban por esta condición. En esta condición el compartimiento 3 permanecía vacío.

### Condición Experimental D

Cuando los sujetos pasaban por esta condición tenían la posibilidad de elegir entre dos alternativas de respuesta, interdependiente (IT-D) e individual (ID-D) (ver figura 9). A diferencia de las condiciones A y C donde los sujetos controles no podían elegir, el sujeto control de esta

condición si podía hacerlo. Como en las anteriores condiciones los pagos obtenidos en la opción interdependiente equivalían a 6 pellets por respuesta y 1 pellet en la opción individual.



**Figura 9:** Representación gráfica de la condición experimental D. El sujeto 5 control de esta condición podía elegir, siempre fue asignado a esa condición. En el compartimiento 2 se representan las dos opciones de respuesta posibles (IT-D; ID-D) para los sujetos cuando pasaban por esta condición. Al igual que en la condición C el compartimiento 3 permanecía vacío.

### Sesión experimental

Cada condición experimental estuvo compuesta por 25 sesiones. Se realizó una sesión al día con una duración de 10 minutos donde los sujetos podían elegir de forma continua y libre entre las diferentes opciones de respuesta. Antes de cada sesión experimental se realizaban 2 ensayos forzados consecutivos para cada opción de respuesta. La función de los ensayos forzados era exponer a los sujetos a las relaciones de contingencia dispuestas. Los ensayos libres permitían observar la ejecución y distribución de las respuestas de los sujetos en libre elección. Todas las sesiones fueron video grabadas en formato digital.

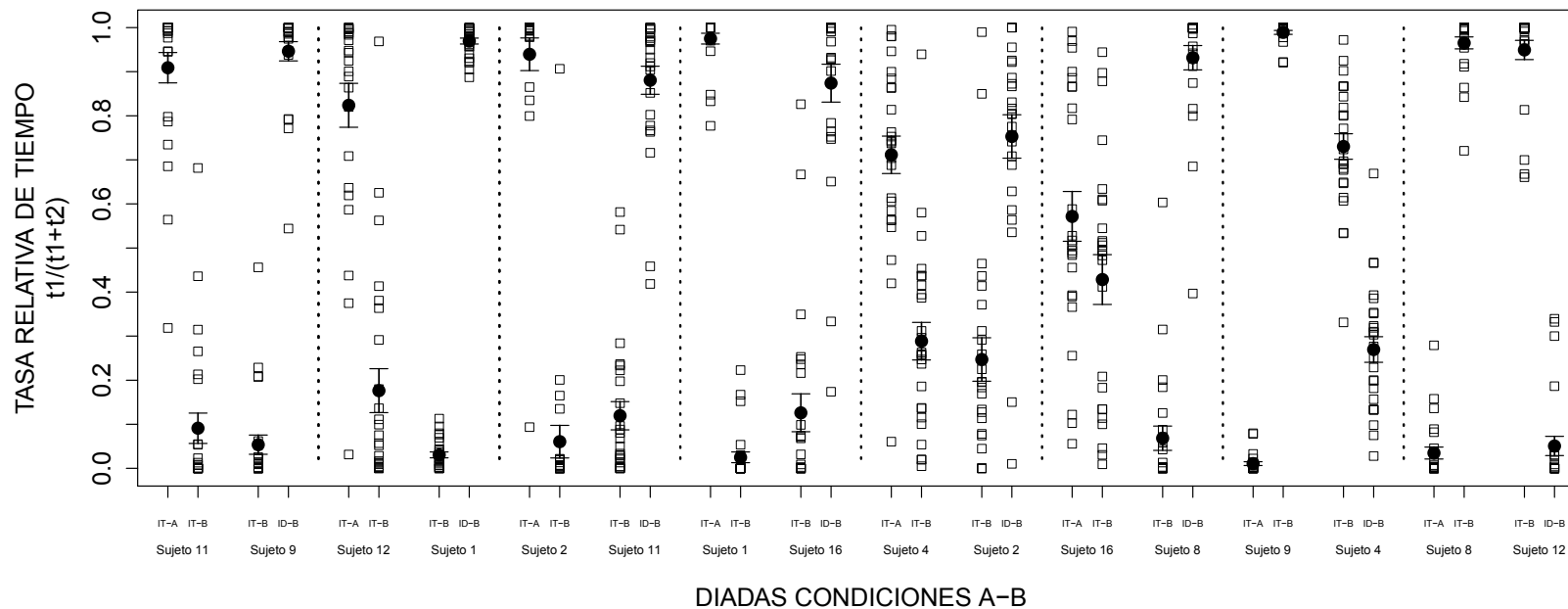
## RESULTADOS

Para identificar la preferencia por una u otra alternativa en los sujetos experimentales se analizaron las distribuciones relativas de tiempo de contacto en cada una de las opciones de respuesta durante los 10 minutos de libre elección. Para cuantificar la efectividad de los sujetos al realizar la operante se calculó la frecuencia relativa de veces que hacían Y con relación a las veces que no lograban hacerlo (*índice de coordinación*). Este índice fue calculado tanto para las alternativas interdependientes donde el actuar conjunto permitía el acceso a 6 pellets, como para las alternativas individuales donde el conjunto de acciones individuales permitían el acceso a 1 pellet.

La organización de los datos fue realizada por condiciones (A-B-C-D), presentando la ejecución de cada uno de los 8 sujetos experimentales en todas las sesiones de cada condición experimental. En las figuras se representan con marcadores cuadrados sin relleno los datos de cada una de las sesiones y con un círculo de color negro la media y las barras de error estándar de cada condición experimental.

### Condiciones A y B

En la figura 10 se observan las distribuciones de TCS de cada uno de los sujetos cuando pasaron por las condiciones A y B. Se presentan los datos conjuntos de ambas condiciones para poder comparar la distribución de uno de los sujetos en A y el correspondiente sujeto que estaba en B. Por ejemplo, cuando el sujeto 11 pasó por la condición A, el sujeto 9 estaba en el compartimiento adyacente a la derecha, expuesto a la condición B. La terna era completada por el sujeto 7 en el compartimiento 1; (ver figura 7). Las líneas verticales segmentadas separan las parejas experimentales en condiciones A-B; el sujeto 12 con el 1 y así sucesivamente (ver figura 10).



**Figura 10:** Tasas relativas de tiempos de contacto en cada una de las alternativas en las condiciones A (IT-A; IT-B) y B (IT-B; ID-B). Los marcadores cuadrados sin relleno son los datos de todas las sesiones por cada alternativa. El círculo negro es el promedio de esas sesiones con las barras de error estándar de la media. El sujeto 7 control de la condición A, junto con los dos sujetos experimentales señalados por las líneas verticales segmentadas permiten identificar la terna que conformaba la condición A-B.

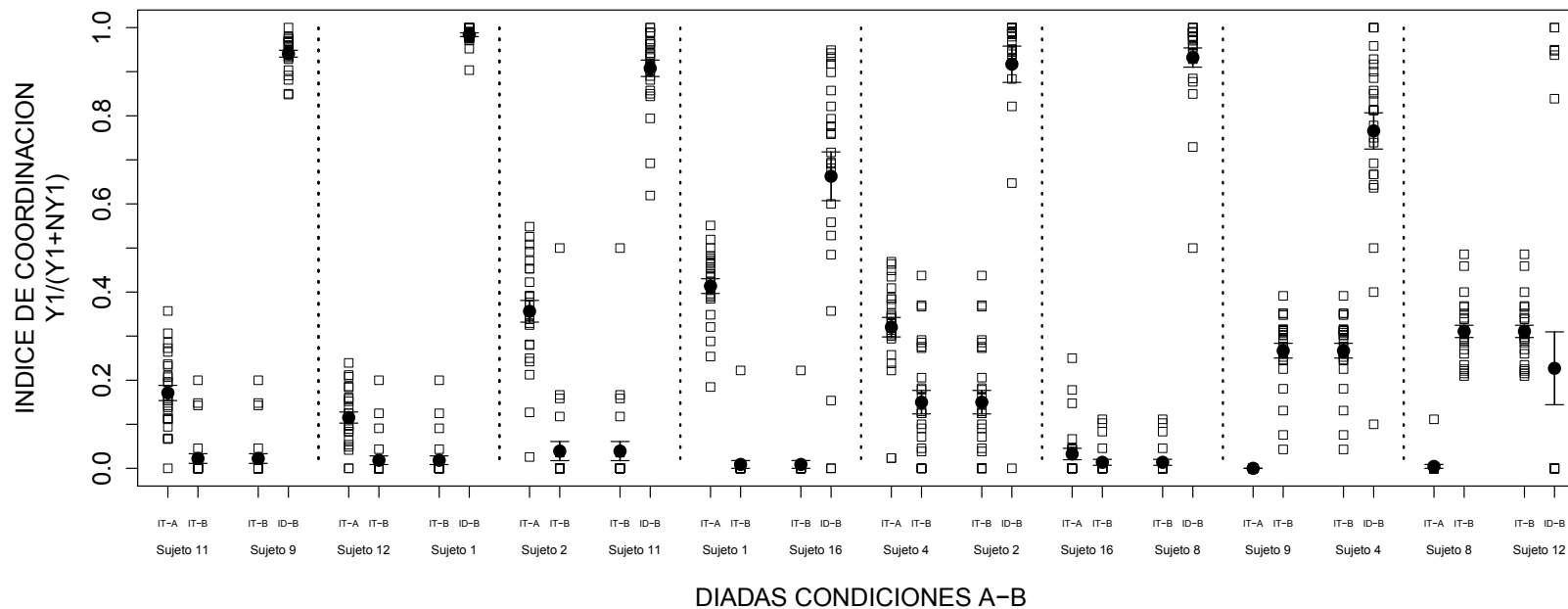


En la condición A se encontró que 5 de los 8 sujetos prefirieron la alternativa interdependiente (IT-A). Los promedios obtenidos en los sujetos 11, 12, 2 y 1 ( $\bar{X}$ , 0.91: 0.82: 0.94: 0.97, respectivamente) indican una fuerte preferencia por esta opción. En los sujetos 4 y 16 esta preferencia no fue tan fuerte ( $\bar{X}$ , 0.71: 0.57). En contraste los sujetos 9 y 8 mostraron preferencia por la alternativa IT-B. En síntesis 6 sujetos prefirieron la alternativa conjunta compartida con el sujeto control del compartimiento 1 (canal 2) y los dos sujetos restantes prefirieron la alternativa conjunta con los sujetos del compartimiento 3 (canal 3).

En la condición B se halló que 6 sujetos prefirieron la alternativa individual ( $\bar{X}$ , entre 0.75 y 0.97) dispuesta en el canal 4 (ver figura 7). Los sujetos 4 y 12 prefirieron ( $\bar{X}$ , 0.74: 0.94 respectivamente) la opción interdependiente (IT-B) compartida con el sujeto en el compartimiento central (canal 3).

Si se analizan estos resultados en términos de las ternas compuestas por el sujeto control 7 y los sujetos en condiciones A y B, se pueden identificar dos ajustes o equilibrios. Primero, preferencia por la alternativa IT-A (canal 2) en los sujetos de la condición A, al tiempo que preferencia por la alternativa individual ID-B (canal 4) en los sujetos de la condición B. El segundo equilibrio es preferencia de los sujetos en las condiciones A y B por la alternativa conjunta entre ellos (canal 3).

En la figura 11 se presentan los índices de coordinación que indican que tan efectivos eran los sujetos al trabajar de forma individual y conjunta. El índice se puede entender como la proporción de frecuencias en que los sujetos hacían la operante (Y) en una alternativa, dividida por el número total de los intentos por hacerla ( $Y/Y+NY$ ).

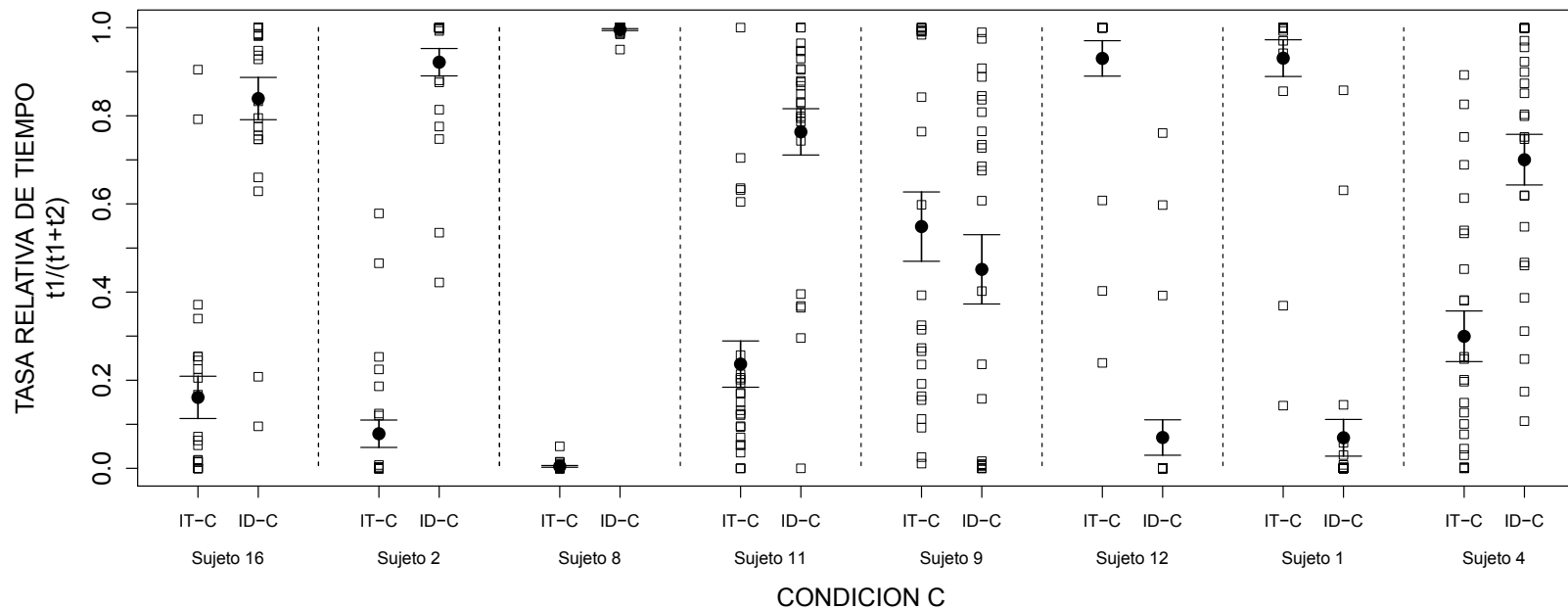


**Figura 11.** Índice de coordinación en cada una de las alternativas de las condiciones A (IT-A; IT-B) y B (IT-B; ID-B). Los marcadores cuadrados sin relleno son los datos de todas las sesiones. El círculo negro es el promedio de esas sesiones con las barras de error estándar de la media. Las líneas verticales segmentadas permiten identificar la terna que conformaba la condición A-B, junto con el sujeto control.

En la condición A el promedio de los índices de coordinación para la alternativa del canal 2 (IT-A) estuvieron entre 0 y 0.41; los sujetos 11, 12, 2, 1, 4 y 16 presentaron índices mayores a cero ( $\bar{X}$ , 0.17: 0.11: 0.35: 0.41: 0.32: 0.03 respectivamente) para la otra alternativa la coordinación fue prácticamente nula. Estos fueron los mismos sujetos que presentaron preferencia por esa alternativa de respuesta. En los sujetos (9 y 8) que se observó preferencia por la alternativa conjunta con B (IT-B) el índice promedio de coordinación para esa alternativa fue de  $\bar{X}$ , 0.26 y 0.31 (ver figura 11).

En la condición B, los índices de coordinación individual; es decir qué tan efectivos eran haciendo la operante en esta alternativa fue, como era de esperarse, bastante alto. En esta contingencia la efectividad recae en el conjunto de acciones realizadas por el propio individuo. En contraste, los sujetos 4 y 12 quienes presentaron preferencia por la alternativa interdependiente (IT-B) presentaron los índices más bajos para la alternativa independiente ( $\bar{X}$ , 0.76 y 0.22) y los más altos ( $\bar{X}$ , 0.26 y 0.31) para la alternativa conjunta (ver figura 11).

Estos índices de efectividad en el trabajo individual y de conjunto indican que del total de los intentos por explotar la alternativa individual, los sujetos son exitosos entre un 70 y 100% de las veces. En contraste la efectividad del trabajo conjunto está entre el 10 y 40%. Estos índices son una forma de ponderar los costos que implica trabajar conjuntamente, *coordinar*. Además guardan relación con las preferencias observadas.



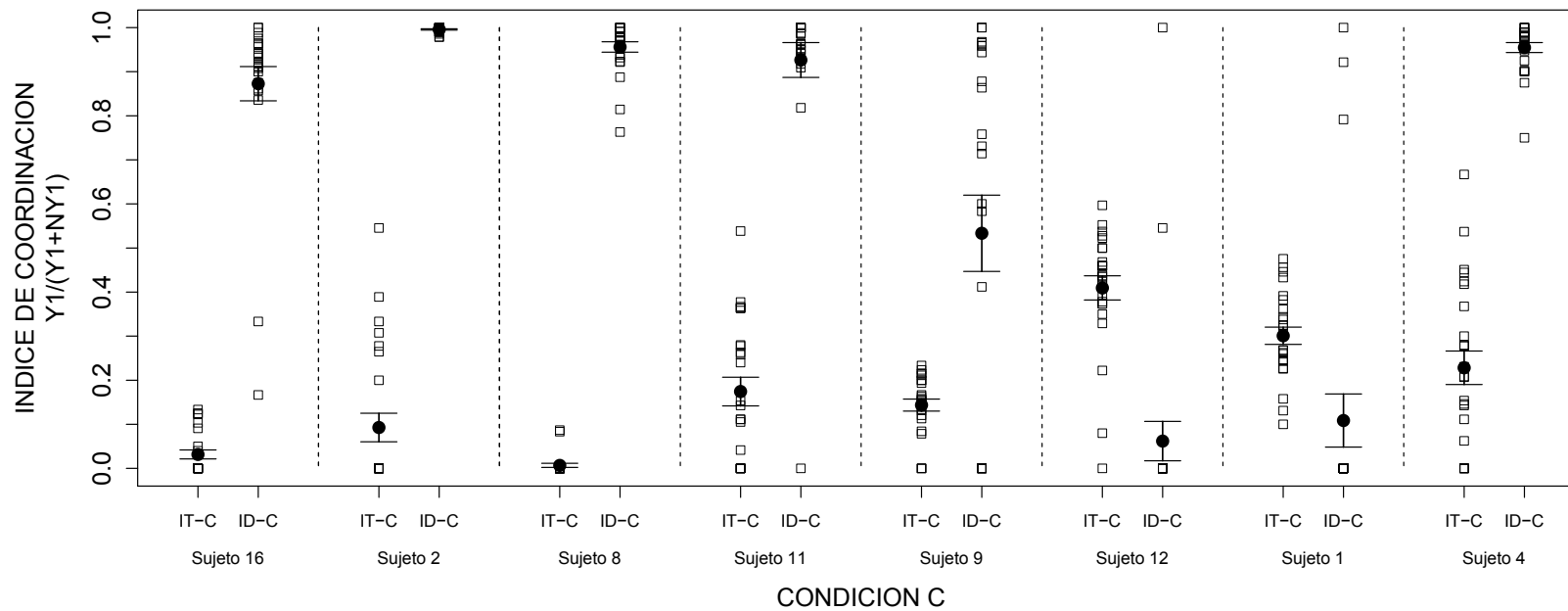
**Figura 12.** Tasas relativas de tiempos de contacto (TCS) en cada una de las alternativas de la condición C. Interdependiente (IT-C) e individual (ID-C). Los marcadores sin relleno representan los datos de todas las sesiones. El círculo negro es el promedio de las sesiones con las barras de error estándar de la media. Las líneas verticales segmentadas separan a los sujetos.

## Condición C

En esta condición todos los sujetos experimentales fueron asignados al compartimiento central y podían elegir entre una alternativa compartida (IT-C) con el sujeto 10, y una opción individual, programada en el canal 3 (ID-C) (ver figura 8). Como se observa en figura 12, los sujetos 16, 2, 8, 11 y 4 mostraron preferencia por la alternativa individual ( $\bar{X}$ , 0.83: 0.92: 0.99: 0.76: 0.70 respectivamente). En contraste, los sujetos 12 y 1 presentaron una fuerte tendencia por la alternativa interdependiente ( $\bar{X}$ , 0.93 para ambos), y el sujeto 9 distribuyó el tiempo de contacto de forma similar entre las alternativas, aunque con una ligera tendencia por la alternativa conjunta ( $\bar{X}$ , 0.55) (ver figura 12).

En la figura 13 se presentan los índices de coordinación obtenidos en la condición C. Similar a lo obtenido en la condiciones A y B, se observa una relación entre los índices de coordinación y las preferencias observadas. Para los sujetos con preferencia por la alternativa individual los índices de efectividad en esta alternativa estuvieron arriba del 87%. Para los sujetos 9, 12 y 1 la efectividad en el trabajo conjunto estuvo entre un 14 y 40%.

En esta condición, se pueden identificar dos equilibrios. Primero, preferencia por la alternativa ID-C (canal 3) si no se lograba coordinar con el sujeto control 10. En contraste, si emergía coordinación con éste, los sujetos mostraban preferencia por el trabajo conjunto IT-C (canal 2).



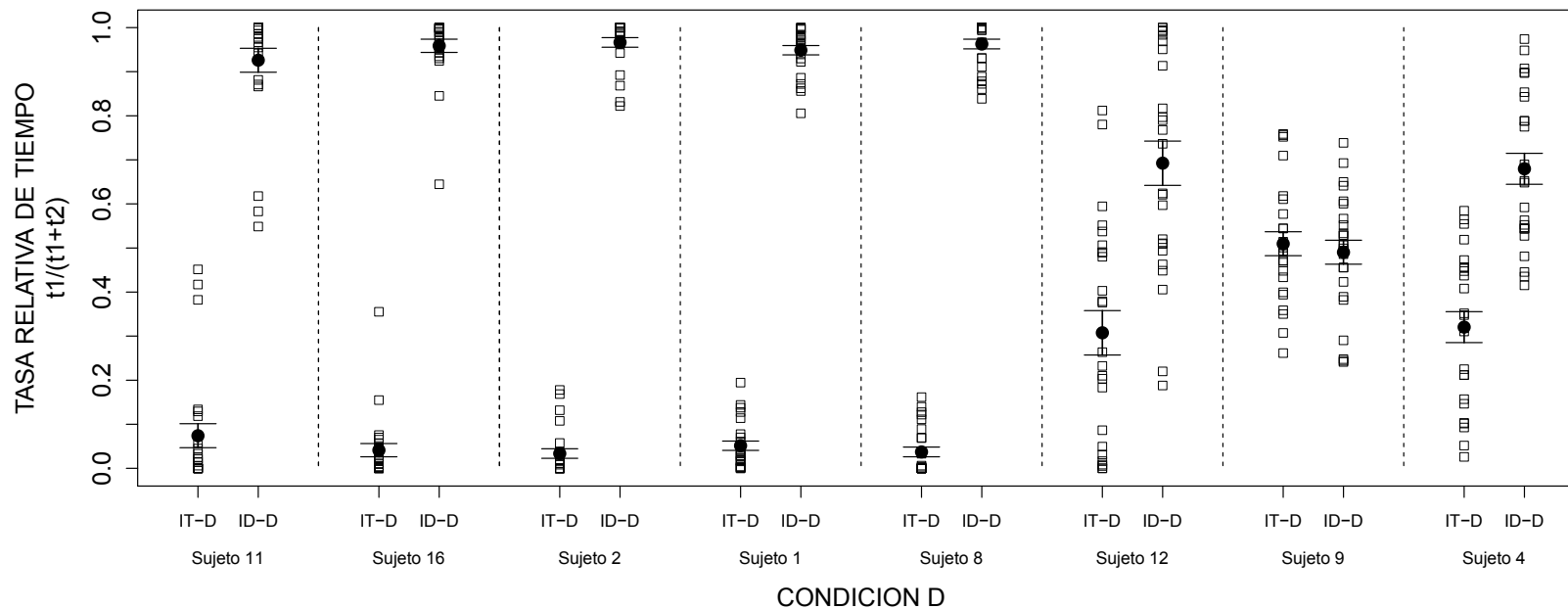
**Figura 13.** Índice de coordinación para cada una de las alternativas de la condición C (IT-C; ID-C). Los marcadores cuadrados sin relleno son los datos de todas las sesiones por cada alternativa. El círculo negro es el promedio de esas sesiones con las barras de error estándar de la media.

## Condición D

Al sujeto control (5) para esta condición se le permitía elegir entre una alternativa individual (canal 1) y una conjunta (IT-D) en el canal 2, compartida con los sujetos experimentales (ver figura 9). En la figura 14 se puede observar la distribución de TCS de todos los sujetos cuando pasaron por esta condición. En los sujetos 11, 16, 2, 1 y 8 se observa preferencia exclusiva por el trabajo independiente (ID-D). Los promedios de TCS en estos sujetos estuvieron arriba de 0.93. Los sujetos 12 y 4 también prefieren la opción individual pero en menor proporción (ID-D  $\bar{X}$ , 0.70: 0.68). Es importante señalar que esta fue la única condición donde no se observó preferencia por el trabajo interdependiente. El sujeto 9 fue indiferente a las opciones (ID-D  $\bar{X}$ , 0:49).

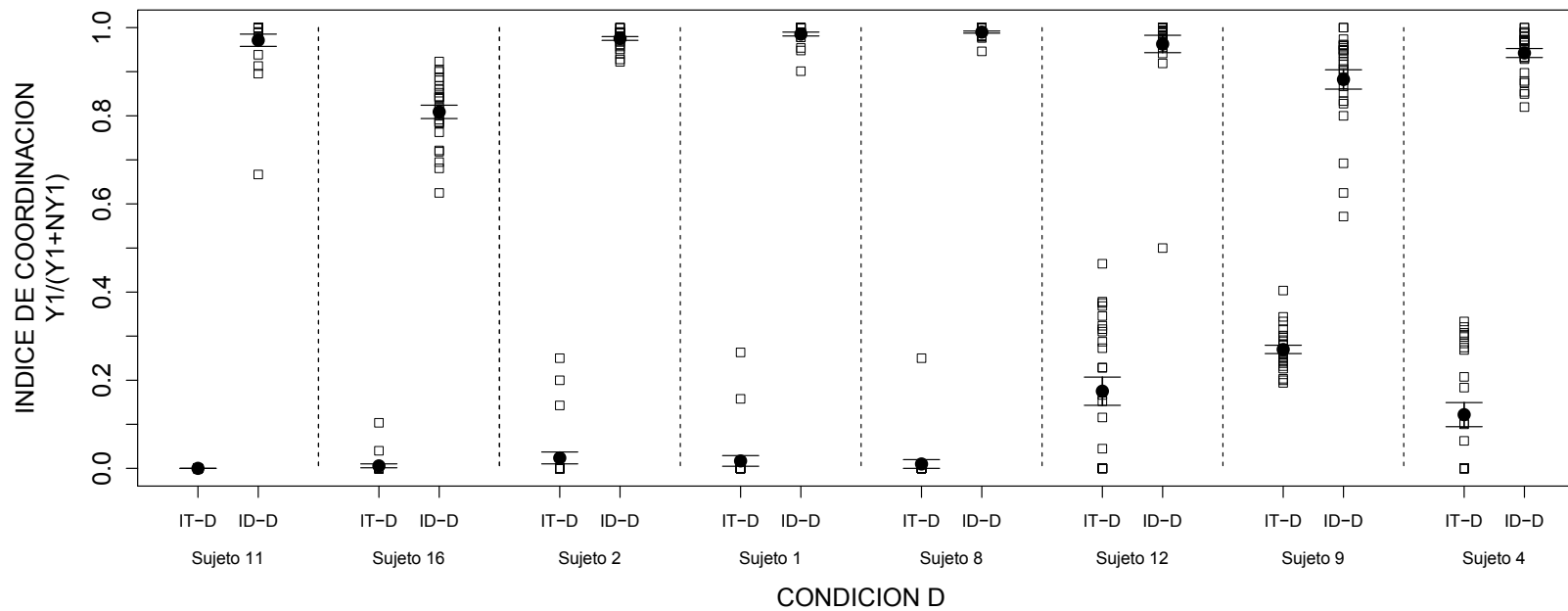
Los índices de efectividad para la alternativa individual estuvieron arriba del 80% para todos los sujetos. En contraste a las condiciones B y C, en esta condición ningún sujeto presentó índices bajos en esta opción. Los sujetos que no mostraron una preferencia marcada por la opción individual, presentaron índices de coordinación para la opción conjunta entre 12 y 27% (ver figura 15).

Dos equilibrios se pueden señalar en esta condición. Primero, preferencia exclusiva por la alternativa ID-C (canal 3) en ausencia de coordinación con el sujeto control 5. Segundo, distribución de respuestas en ambas alternativas si, si emergía coordinación con el sujeto control. Esta distribución es similar a una estrategia “tit for tat”.



**Figura 14.** Distribución de TCS en la condición D (IT-D; ID-D). Los marcadores cuadrados sin relleno son los datos de las sesiones por cada alternativa. El círculo negro representa el promedio con las barras de error estándar de la media. Las líneas segmentadas verticales separan a cada uno de los sujetos.





**Figura 15.** Índice de coordinación para cada una de las alternativas de la condición D (IT-D; ID-D). Los marcadores sin relleno son los datos de las sesiones por cada alternativa. El círculo negro es el promedio con las barras de error estándar de la media.

## DISCUSIÓN EXPERIMENTO 1

El experimento 1 permitió evaluar la distribución de tiempo invertido en alternativas individuales e interdependientes. Se expusieron a los sujetos a 4 diferentes condiciones experimentales. En la condición A, los sujetos podían elegir entre una opción compartida (IT-A) con un sujeto control experimental que no tenía más opción que trabajar en esa alternativa para obtener alimento. La segunda opción (IT-B) dispuesta en el canal 3 era compartida con el sujeto expuesto a la condición B quien a diferencia del sujeto control, tenía la opción adicional de trabajar individualmente. Las opciones interdependientes (IT-A: IT-B) diferían en que en la primera (canal 2 IT-A) la posibilidad para operar en ella era más alta al estar el sujeto control “obligado a ella”.

Como se mencionó en los resultados, el análisis de las ternas que conformaron el arreglo de condiciones A-B permitió identificar dos equilibrios. Preferencia por la alternativa IT-A (canal 2) en los sujetos de la condición A, al tiempo que preferencia por la alternativa individual ID-B (canal 4) en los sujetos de la condición B. Esto se observó en 6 de las 8 ternas. En las dos ternas restantes se logró identificar el segundo equilibrio, que consistió en la preferencia de los sujetos, en las condiciones A y B, por la alternativa conjunta entre ellos (canal 3).

Estos hallazgos indican que la restricción para el sujeto control (compartimiento 1) hizo que, evidentemente, esta opción estuviese más disponible y 6 sujetos prefirieran esta alternativa. Haciendo a la vez que estos sujetos experimentales no estuviesen disponibles para trabajar en el canal 3 y en consecuencia los sujetos de la condición B eligieran consistentemente la opción individual en el canal 4.

Más interesante aún fue lo observado en el segundo grupo de ternas donde, al margen de la disponibilidad del sujeto control, los sujetos prefirieron la alternativa del canal 3 (IT-B). Este equilibrio se constituye en la primera evidencia experimental de preferencia por una alternativa

conjunta en el contexto de una opción individual. Cómo se observó en los sujetos expuestos a las restricciones de la condición B en estas ternas.

Consistente con todos los hallazgos mencionados son los índices de coordinación observados en ambos grupos de ternas. Los sujetos de las ternas donde se observó el primer equilibrio fueron más efectivas en el actuar conjunto (coordinación) con los sujetos control. En contraste, los sujetos de las dos ternas restantes no fueron eficaces coordinando con el sujeto control pero sí con los sujetos de la condición B.

La cuantificación de los índices de coordinación o efectividad al trabajar conjunto se constituyen en evidencia empírica de que los comportamientos sociales implican un costo mayor al comportamiento individual; porque en el primero (interdependiente), a diferencia del segundo, el control para operar sobre el entorno no recae exclusivamente en la conducta del individuo. Los índices observados en las condiciones A y B, indican que la efectividad en el trabajo individual (coordinación de acciones individuales) es muy alta (cerca al 100%); en contraste la efectividad al coordinar las acciones entre dos individuos se concentra hacia el 30%.

En la condición C los sujetos tenían dos opciones de respuesta, una individual (ID-C) en el canal 3 y otra conjunta en el canal 2, compartida con el sujeto control 10. Este sujeto control al igual que el de la condición A, no tenía una opción distinta para obtener acceso al alimento que trabajar en ella. Dos diferentes ajustes fueron identificados en esta condición, preferencia por el trabajo independiente y preferencia por el trabajo de conjunto (IT-C).

Los índices de coordinación son consistentes con las preferencias observadas. Los sujetos que no lograron coordinar con el sujeto control, fueron muy eficaces en la opción individual y

mostraron una fuerte preferencia por esta alternativa. Los sujetos que, en contraste, si lograron coordinar con el sujeto control mostraron preferencia por la alternativa conjunta.

En la condición D, el sujeto control (compartimiento 1) a diferencia de los sujetos control de las anteriores condiciones si podía elegir entre la opción compartida con los sujetos de la condición D y una alternativa individual (canal 1) que le brindaba acceso a 1 pellet. Se observó que 5 de los sujetos experimentales mostraron preferencia exclusiva por la alternativa individual y los 3 sujetos restantes distribuyeron sus tiempos en ambas opciones.

Al igual que en las anteriores condiciones (A, B y C) los índices de coordinación permiten comprender las preferencias observadas. La preferencia exclusiva por la opción individual está relacionada con índices de efectividad muy cercanos al 100%. Y en los sujetos en los que se observó coordinación con el sujeto control, sus tiempos de contacto fueron distribuidos en ambas opciones estos hallazgos son muy consistentes con los resultados obtenidos por Segura & Clavijo (2010) y Segura & Gutiérrez (2006).

En general, los hallazgos de este experimento indican que las actividades sincrónicas y coordinadas en ratas emergen al exponerlas a restricciones donde los pagos obtenidos dependen del actuar conjunto y es muy probable que su función sea permitir que los individuos sean sensibles a consecuencias poco probables y demoradas (Locey, Jones & Rachlin, 2013; Rachlin, 2000; Segura & Clavijo, 2010; Stevens & Hauser, 2004). Así, las conductas cooperativas pueden estar en función de los pagos obtenidos, si hay patrones de actividades conjuntas (*coordinación*) que permitan el acceso a éstas consecuencias poco probables y demoradas.

Las restricciones evaluadas en este experimento confrontaban a los sujetos a dos diferentes restricciones: una, en donde los pagos obtenidos eran bajos (1 pellet) y con un nivel muy bajo

de incertidumbre, pues esta recaía en la efectividad del trabajo individual para su obtención, y los datos obtenidos indican que estos índices están arriba del 80%. En contraste, en las restricciones conjuntas el nivel de incertidumbre es mayor (costo de cooperar) y recae en el actuar conjunto, no depende exclusivamente de la conducta individual. Los datos obtenidos confirman esta afirmación, los índices de efectividad ante restricciones interdependientes están entre un 20 y 50%.

Estos índices de coordinación individual y de conjunto pueden relacionarse con la distinción hecha por Rachlin (2000) entre autocontrol y conducta social. Al respecto, el autor señala que en situaciones de auto-control la reciprocidad está bajo el control del propio individuo por ello la probabilidad es alta. Las personas perciben los intereses comunes entre ellos mismos hoy y ellos mismos mañana (Rachlin, 2000, p. 174). En situaciones sociales, esos intereses comunes no dependen exclusivamente de la conducta individual y por ende la probabilidad de coordinar es baja.

Una de las rutas a seguir a partir de los hallazgos obtenidos en este experimento es aumentar el nivel de incertidumbre en la opción individual y observar si la tendencia a elegir esta opción disminuye. Otra posibilidad es igualar las cantidades obtenidas en ambas opciones y observar cómo se redistribuyen las preferencias.

En el experimento 2 se exploró la primera posibilidad, siguiendo parcialmente los procedimientos de elección con compromiso pero ajustándolos a este protocolo experimental. Se hizo que el acceso a las consecuencias fuera incierto en ambas alternativas, ajustando una probabilidad de reforzamiento de 0.33 y dejando los demás parámetros intactos. Esta probabilidad fue seleccionada a partir de los índices promedios de coordinación obtenidos para la alternativa conjunta en este experimento.

En el experimento 3 se evaluó la segunda posibilidad, haciendo que las cantidades obtenidas por el trabajo individual e interdependiente fuesen iguales (1 pellet) los demás parámetros no sufrieron cambio alguno.

Se emplearon los mismos sujetos de este experimento pero la mitad de los sujetos experimentales fueron asignados al experimento 2 y la otra mitad al último experimento.

## EXPERIMENTO 2

### MÉTODO

#### Sujetos

Se emplearon 7 ratas wistar hembra (*Rattus norvegicus*). Se seleccionaron del experimento anterior los 3 sujetos control y 4 sujetos experimentales (11, 9, 2 y 4). Se mantuvieron idénticas condiciones de privación, alojamiento, ciclo de luz y temperatura del experimento 1. El experimento se realizó de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana para la producción, cuidado y uso de los animales del laboratorio (NOM-062-Z00-1999).

#### Instrumento

Se empleó el mismo instrumento del experimento 1.

#### Procedimiento

No se realizó habituación ni moldeamiento porque las ratas tenían la experiencia del experimento anterior. La asignación a las condiciones experimentales se resume en la siguiente tabla.

#### Tabla 3:

Asignación de los sujetos según el orden de exposición a las condiciones experimentales.

Idéntico orden al asignado en el experimento anterior.

SUJETOS	ORDEN DE EXPOSICION Y CONDICIONES			
	1°	2°	3°	4°
11	A	D	B	C
2	D	C	A	B
4	C	B	D	A
9	B	A	C	D
7		Control condición A		
10		Control condición C		
5		Control condición D		

La única diferencia con el experimento anterior radicó en que se manipuló la probabilidad de reforzamiento. En este experimento luego de completar la operante (Y), el programa permitía el acceso a (X) con una probabilidad de  $p=0.33$ . Esta restricción se realizó para ambos tipos de opciones (IT-ID).

La contingencia individual puede describirse formalmente de la siguiente manera: si hace Y, llevar el balón de un extremo al otro del canal, obtiene acceso a X (1 pellet) con una probabilidad de  $p=0.33$ . La restricción conjunta o interdependiente se puede describir de la siguiente manera: Si hacen Y, llevar el balón de un extremo al otro obtienen acceso a X (6 pellets para cada sujeto) con una probabilidad  $p=0.33$ . Se mantuvieron idénticas condiciones con relación al rango de tiempo de contacto para que Y operará  $0.4 \geq TC \leq 0.6$ .

#### Condiciones experimentales

Las cuatro condiciones experimentales A, B, C y D fueron idénticas a las realizadas en el experimento 1.

#### Sesión experimental

Igual al experimento anterior, cada condición experimental estuvo compuesta por 25 sesiones y las sesiones fueron realizadas diariamente con una duración de 10 minutos. Los ensayos libres y forzados también fueron realizados como en el experimento 1.



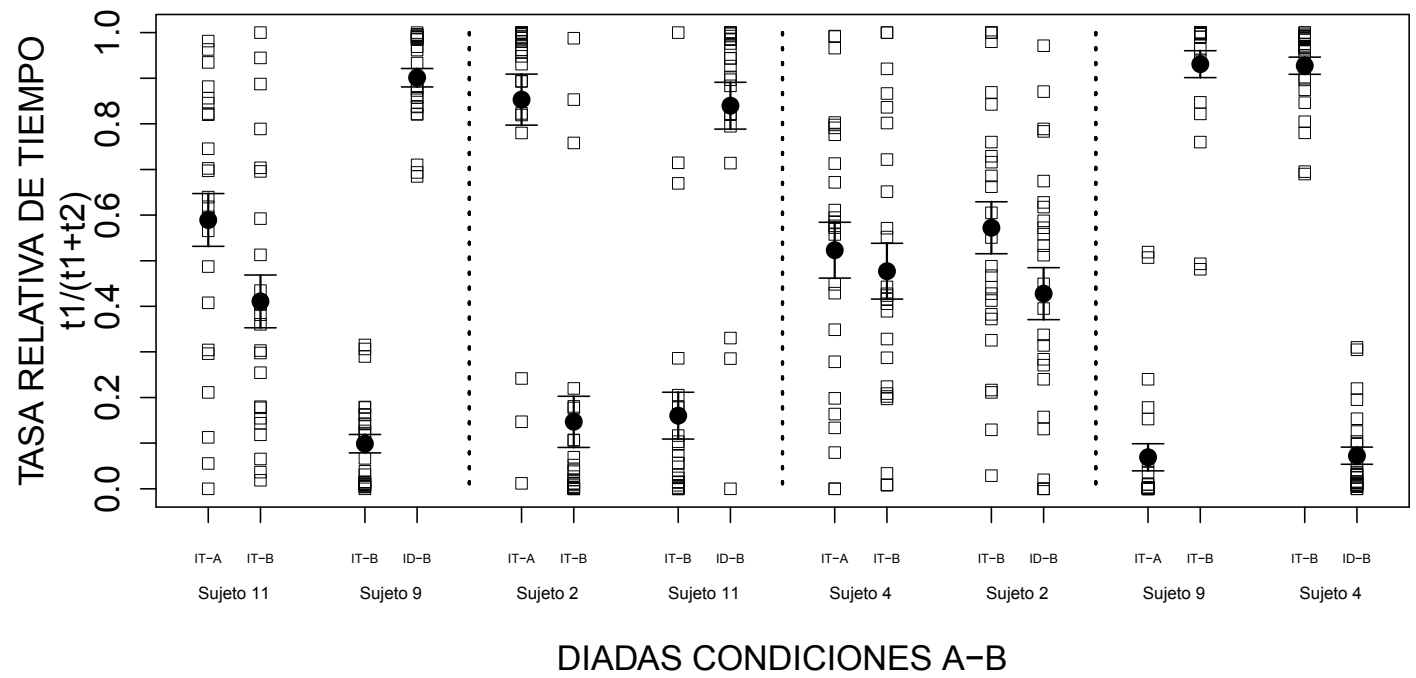
## RESULTADOS

Se analizaron las distribuciones relativas de tiempo de contacto en cada una de las opciones de respuesta durante los 10 minutos de libre elección. Para cuantificar la efectividad de los sujetos al realizar la operante, (*índice de coordinación*), se calculó la frecuencia relativa de veces que hacían Y fuese o no reforzada, con relación a las veces que no lograban hacerlo. Se calculó tanto para las alternativas interdependientes donde el actuar conjunto permitía el acceso a 6 pellets con una  $p=0.33$ , como para las alternativas individuales donde el conjunto de acciones individuales permitían el acceso a 1 pellet, también con una  $p=0.33$ .

Al igual que en el experimento 1, la organización de los datos se realizó por condiciones (A-B-C-D), presentando la ejecución de cada uno de los 4 sujetos experimentales durante todas las sesiones. En todas las figuras se presentan con marcadores cuadrados sin relleno los datos de las sesiones y con un círculo de color negro el promedio de esas sesiones por condición con las barras de error estándar de la media.

### Condiciones A y B

En la figura 16 se presentan las distribuciones de TCS de cada uno de los sujetos cuando pasaron por las condiciones A y B. Se presentan los datos conjuntos de ambas condiciones para poder comparar la distribución de uno de los sujetos en A y el correspondiente sujeto que estaba en B (ver figura 7).



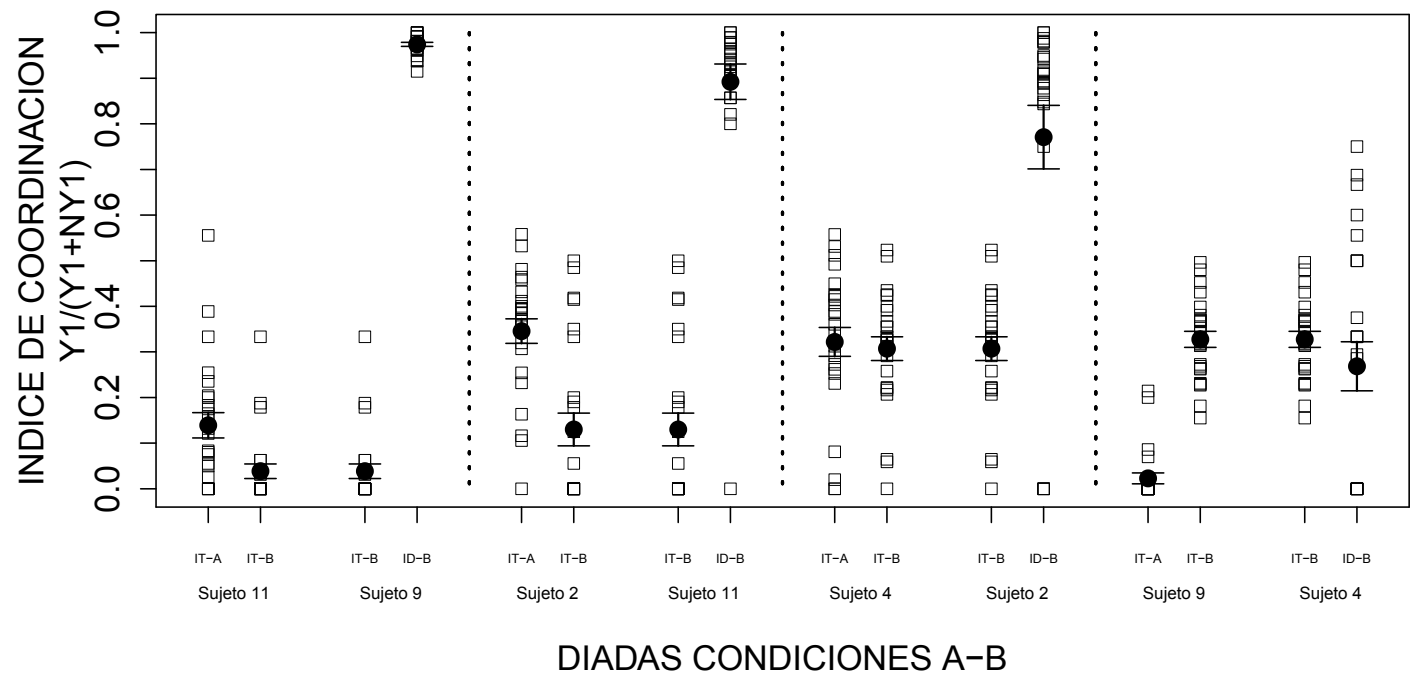
**Figura 16.** Tasas relativas de tiempos de contacto en cada una de las alternativas en las condiciones A (IT-A; IT-B) y B (IT-B; ID-B). Los marcadores cuadrados sin relleno son los datos de las sesiones por cada alternativa. El círculo negro es el promedio de las sesiones con las barras de error estándar de la media. El sujeto 7, control de la condición A, junto con los dos sujetos experimentales señalados por las líneas verticales segmentadas permiten identificar la terna que conformaba la condición A-B.

Como se observa en la figura anterior, en la condición A, el promedio de TCS en el sujeto 2 ( $\bar{X}$ , 0.85) indica preferencia por la alternativa interdependiente (IT-A). En contraste el sujeto 9 presentó preferencia exclusiva por la alternativa IT-B (canal 3). La distribución de TCS observada en los sujetos 11 y 4 no indica preferencia por alguna de las dos alternativas.

En la condición B se halló que los sujetos 9 y 11 prefirieron la alternativa individual ( $\bar{X}$ , 0.90 y 0.83) dispuesta en el canal 4 (ver figura 7), el sujeto 4 mostró preferencia exclusiva por la opción interdependiente (IT-B) ( $\bar{X}$ , 0.92) y el sujeto 2 distribuyó de forma similar el tiempo entre ambas alternativas.

Al analizar los resultados en términos de las ternas compuestas se pueden identificar dos posibles equilibrios. Primero, preferencia por la alternativa IT-A (canal 2) en el sujeto 2 cuando fue expuesto a la condición A, al tiempo que preferencia por la alternativa individual ID-B en el sujeto 11 en la condición B. El segundo equilibrio es preferencia, de los sujetos 9 y 4 en las condiciones A y B, por la alternativa conjunta entre ellos (canal 3).

En la figura 17 se presentan los índices de coordinación, proporción de frecuencias en que los sujetos hacían la operante (Y) en una alternativa, dividida por el número total de los intentos por hacerla ( $Y/Y+NY$ ). Los índices de efectividad para las alternativas interdependientes en ambas condiciones IT-A, IT-B cuando los sujetos coordinaron su actuar conjunto estuvieron entre 10 y 35%. Los índices de eficacia en la alternativa individual (ID-B) alcanzaron un 97%. En contraste, cuando no hubo preferencia por esta opción los índices fueron bajos alcanzando sólo el 35% (ver figura 17).

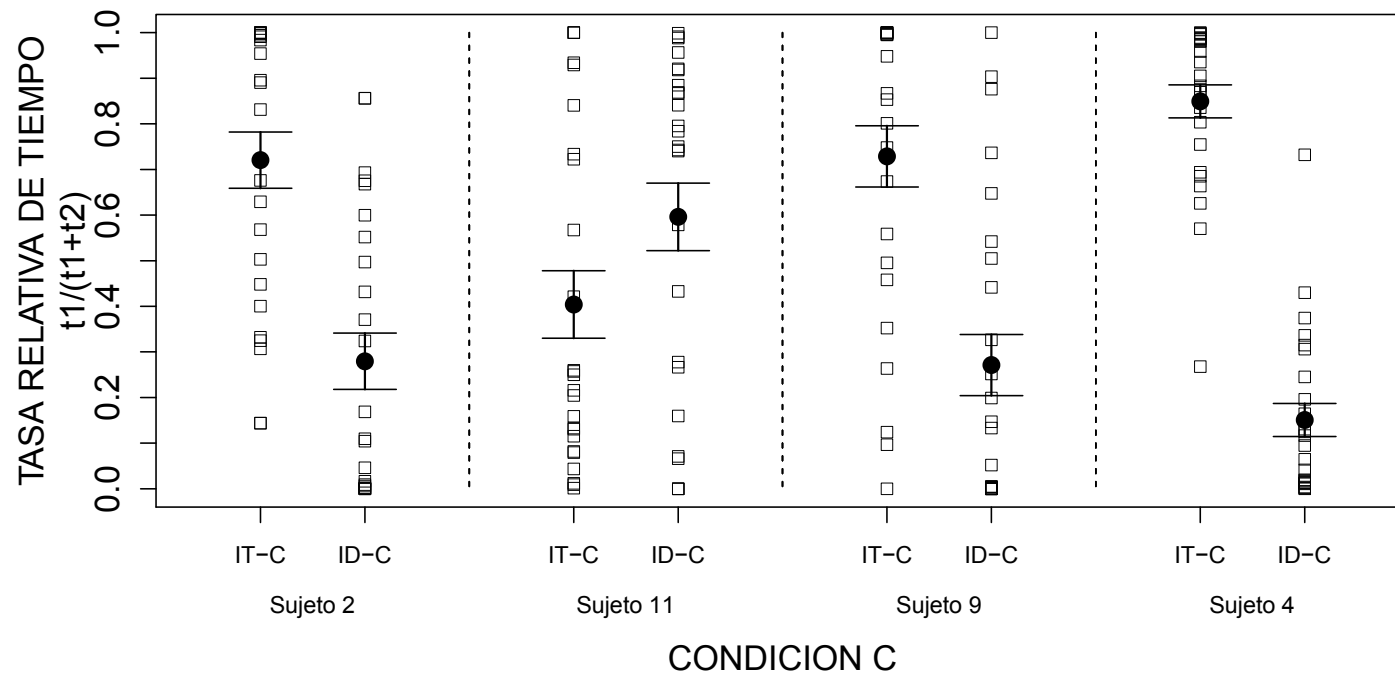


**Figura 17.** Índice de coordinación de los sujetos en cada una de las alternativas de las condiciones A (IT-A; IT-B) y B (IT-B; ID-B). Los marcadores cuadrados sin relleno representan los datos de todas las sesiones. El círculo negro es el promedio de esas sesiones con las barras de error estándar de la media. Las líneas verticales segmentadas permiten identificar la terna que conformaba la condición A-B, junto con el sujeto control.

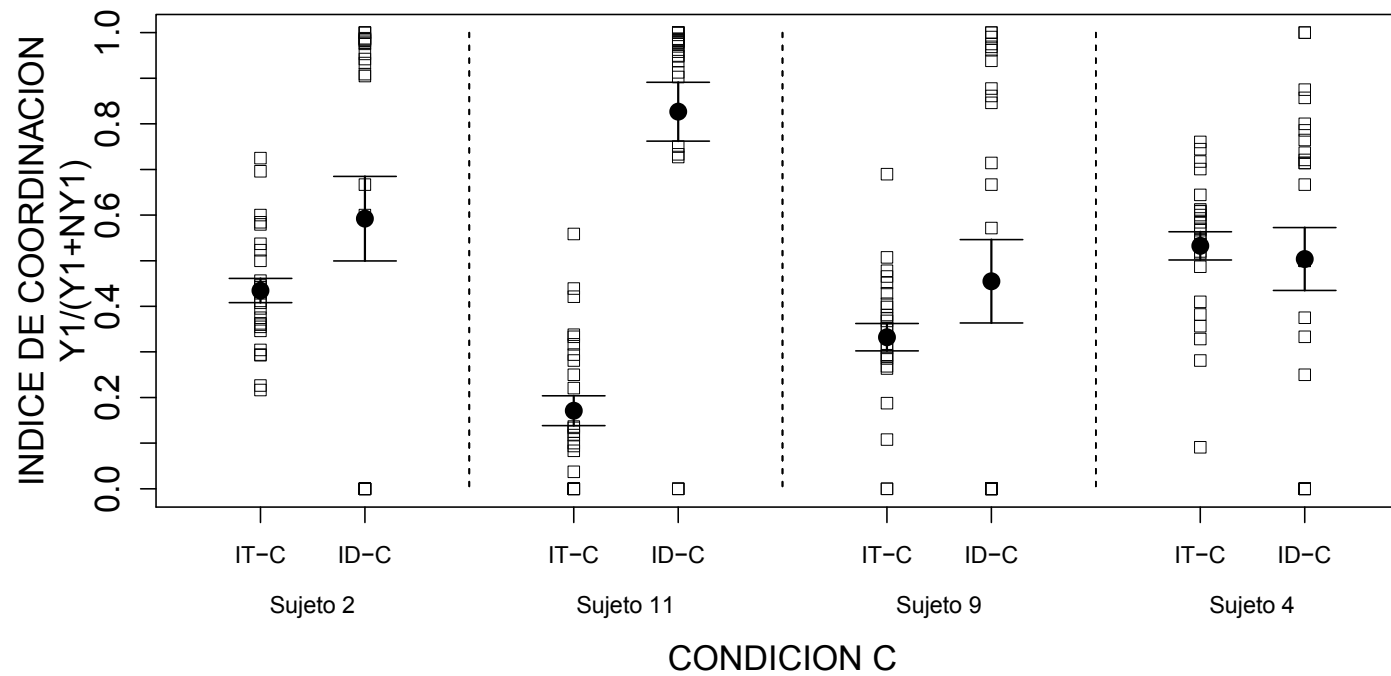
## Condición C

Como se puede observar en la figura 18, en esta condición 3 de los 4 sujetos mostraron preferencia por la opción de trabajo conjunto IT-C (canal 2). Los promedios de las tasas relativas de TCS en los sujetos 2, 9 y 4 fue alta ( $\bar{X}$ , 0.72: 0.73: 0.85). El sujeto 11 distribuyó sus respuestas en ambas alternativas, mostrando una tendencia por la opción individual ( $\bar{X}$ , 0.60). Estos hallazgos son muy interesantes porque no existía evidencia de preferencia por el actuar conjunto en el contexto de alternativas individuales. Excepto las halladas en el experimento 2 en la misma condición.

Los índices de coordinación presentados en la figura 19 resaltan la importancia de este hallazgo. La eficacia del trabajar conjunto en los sujetos 2, 9 y 4 fue de 43, 17 y 53%, respectivamente. De igual manera, la eficacia en la alternativa individual no fue alta en estos sujetos ( $\bar{X}$ , 0.59: 0.45: 0.50 respectivamente). El sujeto 11 fue el único que fue eficaz en su trabajo en la opción individual (82%) explicando así su tendencia a preferir esta opción.



**Figura 18.** Tasas relativas de tiempos de contacto (TCS) en cada una de las alternativas de la condición C. Interdependiente (IT-C) e individual (ID-C). Los marcadores cuadrados sin relleno son los datos de todas las sesiones por cada alternativa. El círculo negro es el promedio de esas sesiones con las barras de error estándar de la media. Las líneas verticales segmentadas separan a los sujetos.



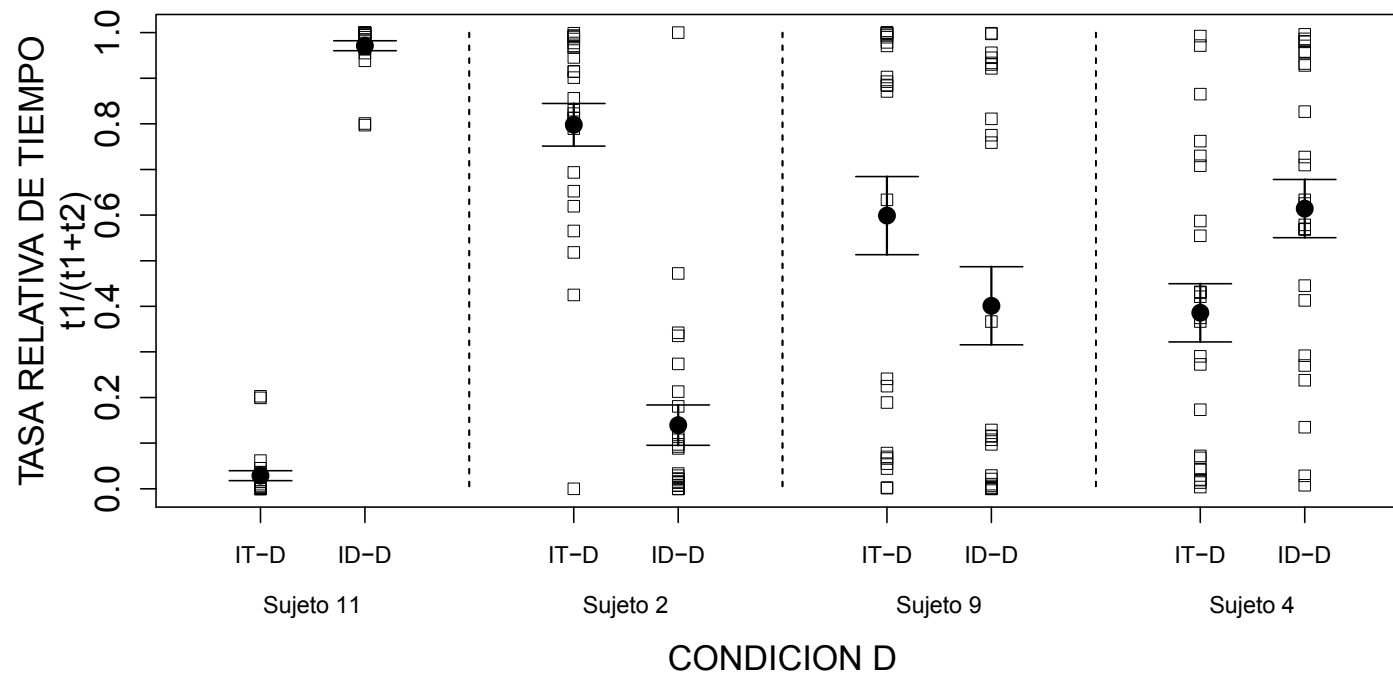
**Figura 19.** Índice de coordinación para cada una de las alternativas de la condición C (IT-C; ID-C). Los marcadores cuadrados sin relleno son los datos de las sesiones por cada alternativa. El círculo negro es el promedio de esas sesiones con las barras de error estándar de la media.

## Condición D

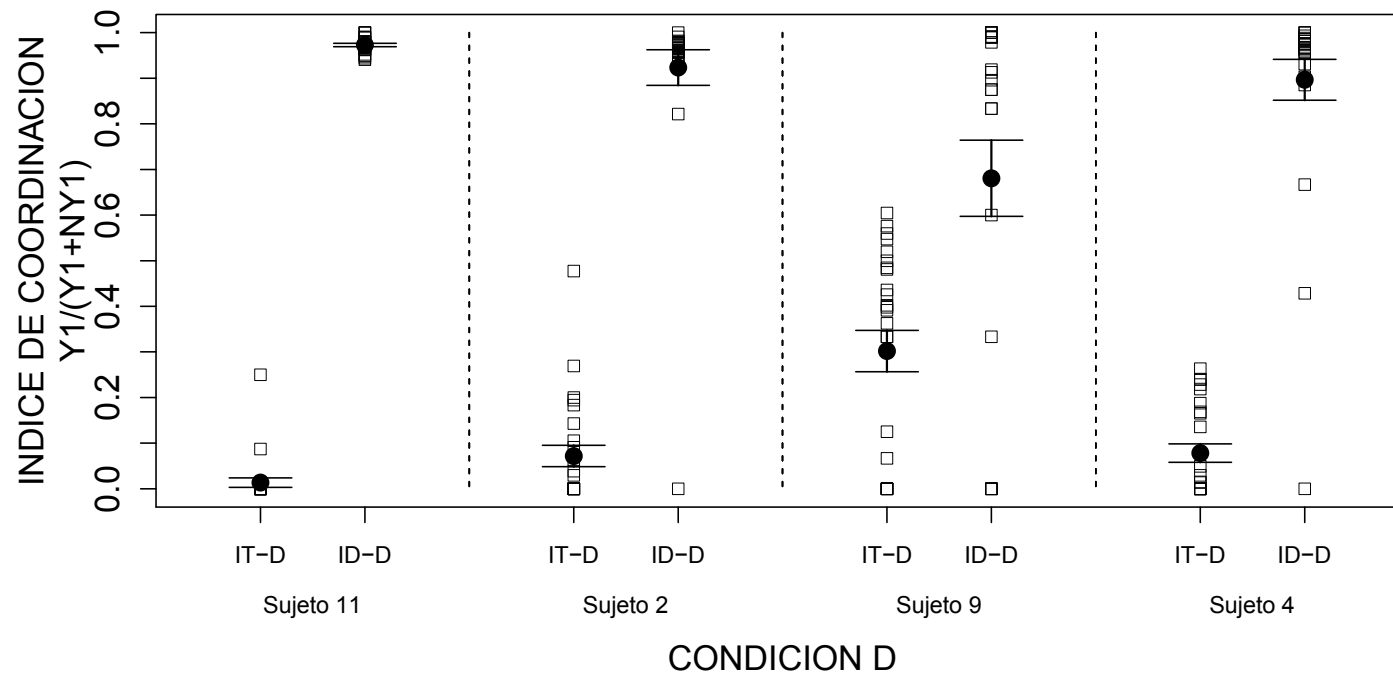
En la figura 20 se puede observar la distribución de TCS de todos los sujetos cuando pasaron por esta condición. El sujeto 2 prefirió la opción compartida ( $\bar{X}$ , 0.80) con el sujeto control 5 (IT-D). Los sujetos 9 y 4 distribuyeron sus TCS en ambas alternativas (IT-D,  $\bar{X}$ , 0.60: 0.38). A diferencia de lo encontrado en el experimento 1 donde los sujetos mostraron preferencia por el trabajo individual; en éste, uno sólo de los sujetos (11) presentó una fuerte tendencia por la opción independiente ID-D ( $\bar{X}$ , 0.97).

Los índices de efectividad de casi todos los sujetos (11, 2, 9, 4) en la alternativa individual fueron altos ( $\bar{X}$ , 0.97: 0.92: 0.68: 0.90) y el mayor índice de coordinación al actuar conjunto fue observado en el sujeto 9 (30%) (ver figura 21).





**Figura 20.** Distribución de TCS en la condición D (IT-D; ID-D). Los marcadores cuadrados sin relleno son los datos de las sesiones por cada alternativa y el círculo negro es el promedio de esas sesiones con las barras de error estándar de la media. Las líneas segmentadas verticales separan a cada uno de los sujetos.



**Figura 21.** Índice de coordinación para cada una de las alternativas de la condición D (IT-D; ID-D). Los marcadores cuadrados sin relleno son los datos de todas las sesiones por cada alternativa. El círculo negro es el promedio de esas sesiones con las barras de error estándar de la media.

## DISCUSIÓN EXPERIMENTO 2

Similar a los hallazgos obtenidos en el experimento 1, el análisis de las ternas que conformaron el arreglo de condiciones A-B permitió identificar dos equilibrios. Preferencia por la alternativa IT-A (canal 2) en los sujetos de la condición A, al tiempo que preferencia por la alternativa individual ID-B (canal 4) en los sujetos de la condición B. Esto fue observado en 2 de las 4 ternas. Una tercera terna presentó el segundo equilibrio, preferencia de los sujetos en las condiciones A y B por la alternativa conjunta entre ellos (canal 3). En la última terna se encontró distribuciones similares entre ambas alternativas.

Aunque en este experimento la probabilidad de reforzamiento en ambas alternativas fue incierta ( $p = 0.33$ ) y en consecuencia se esperara una mayor tendencia a elegir la opción interdependiente, no sorprende que no se hayan observado muchas diferencias con el experimento 1. Esto puede deberse a que en la condición A, ambas restricciones son interdependientes y si los sujetos expuestos a ellas coordinaban con el sujeto control (canal 2), como se encontró en las dos ternas que prefirieron esta opción, no se esperaría que exploraran con frecuencia la opción conjunta con los sujetos de la condición B, aunque estos últimos si lo hicieran.

Al analizar los índices de coordinación en las otras dos ternas se pueden comprender las distribuciones presentadas por los sujetos que las conformaron. En la terna compuesta por los sujetos 4, 2 y control, se halló que el sujeto en la condición A era igual de efectivo al coordinar en ambas opciones y en consecuencia distribuyó de forma similar su trabajo en ambas, haciendo que el sujeto 2 de la condición B mostrara una leve preferencia por esta opción. Adicionalmente se observó que la efectividad de éste último en la opción independiente (canal 4) no fuese tan alta como las normalmente halladas en el experimento 1. Esta disminución en la efectividad indivi-

dual se hace más saliente en el sujeto 4, que conformó la terna que presentó preferencia por la alternativa IT-B.

En la condición C, se observó que la tendencia a elegir la opción interdependiente fue más frecuente que lo observado en el experimento 1. Este hallazgo indica que la preferencia por el actuar conjunto aumenta al hacer incierto el reforzamiento en la opción individual. Tres de los cuatro sujetos mostraron esta tendencia y el otro sujeto (11) no presentó una marcada preferencia por la opción individual; aunque fue el único que presentó índices de efectividad individuales altos (similares a los observados en el experimento 1).

En la condición D, a diferencia de lo obtenido en el experimento 1 donde no se observó preferencia por el trabajo de conjunto, en este experimento uno de los cuatro sujetos prefirió la opción compartida con el sujeto control (canal 2). Dos fueron indiferentes a las alternativas y el cuarto, quien mantuvo un índice de efectividad alto en la opción independiente, mostró preferencia exclusiva por esta última.

En general, los datos obtenidos en este experimento muestran consistencia con la explicación realizada en la discusión del experimento 1. Los individuos son sensibles a consecuencias demoradas y poco probables producto de patrones de actos extendidos en el tiempo. Cuando las consecuencias de la conducta individual son igual de inciertas a las obtenidas por el trabajo conjunto, pero estas últimas son de mayor magnitud que las primeras, los individuos son sensibles a estas diferencias y muestran tendencia a preferir las más grandes, aunque haya un costo adicional (coordinar) por obtenerlas.

## EXPERIMENTO 3

### MÉTODO

#### Sujetos

Se emplearon 7 ratas wistar hembra (*Rattus norvegicus*). Se seleccionaron del experimento 1, los 3 sujetos control y los 4 sujetos experimentales no empleados en el experimento 2 (12, 8, 16 y 1). Se mantuvieron idénticas condiciones de privación, alojamiento, ciclo de luz y temperatura del experimento 1. El estudio se realizó de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana para la producción, cuidado y uso de los animales del laboratorio (NOM-062-Z00-1999).

#### Instrumento

Se empleó el mismo instrumento del experimento 1.

#### Procedimiento

No se realizó habituación ni moldeamiento porque las ratas tenían la experiencia del experimento anterior. La asignación a las condiciones experimentales se resume en la siguiente tabla.

#### Tabla 4:

Asignación de los sujetos según el orden de exposición a las condiciones experimentales.

Idéntico orden al asignado en el experimento 1.

SUJETOS	ORDEN DE EXPOSICION Y CONDICIONES			
	1°	2°	3°	4°
12	A	C	D	B
8	D	B	C	A
16	C	A	B	D
1	B	D	A	C
7		Control condición A		
10		Control condición C		
5		Control condición D		

La única diferencia con el experimento 1 radicó en que la cantidad de reforzamiento obtenida luego de completar la operante (Y) fue de 1 pellet, tanto para las alternativas individuales como las interdependientes.

La contingencia individual puede describirse formalmente de la siguiente manera: si hace Y, llevar el balón de un extremo al otro del canal, obtiene acceso a X (1 pellet). La restricción conjunta o interdependiente se puede describir de la siguiente manera: Si hacen Y, llevar el balón de un extremo al otro obtienen acceso a X (1 pellet para cada sujeto). Se mantuvieron idénticas condiciones con relación al rango de tiempo de contacto para que Y operará  $0.4 \geq TC \leq 0.6$ .

#### Condiciones experimentales

Las cuatro condiciones experimentales A, B, C y D fueron idénticas a las realizadas en el experimento 1.

#### Sesión experimental

Igual que en los experimentos 1 y 2, cada condición experimental estuvo compuesta por 25 sesiones y las sesiones fueron realizadas diariamente con una duración de 10 minutos. Los ensayos libres y forzados se realizaron de la misma manera a como fueron hechos en los experimentos 1 y 2.

## RESULTADOS

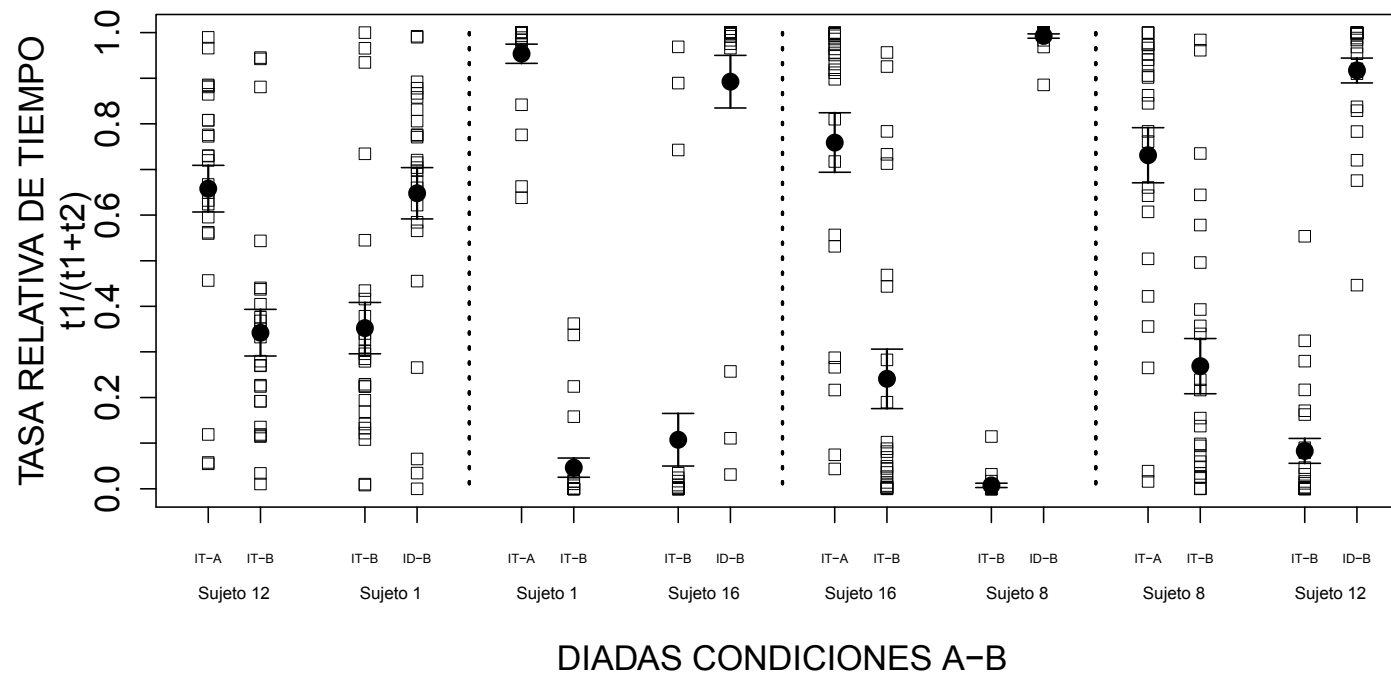
Se analizaron las distribuciones relativas de tiempo de contacto (TCS) en cada una de las opciones de respuesta durante los 10 minutos de libre elección. El *índice de coordinación* fue calculado de la misma forma a la hecha en los experimentos anteriores.

La organización de los datos se realizó por condiciones (A-B-C-D), presentando la ejecución de cada uno de los 4 sujetos experimentales en cada una de ellas. Se presentan los datos de todas las sesiones para cada condición. En todas las figuras se presentan con marcadores cuadrados sin relleno los datos de las sesiones y con un círculo de color negro el promedio con las barras de error estándar de la media.

### Condiciones A y B

En la figura 22 se presentan las distribuciones de TCS obtenidas en cada uno de los sujetos cuando fueron expuestos a las condiciones A y B. Se presentan los datos conjuntos de ambas condiciones para poder comparar la distribución de uno de los sujetos en A y el correspondiente sujeto que estaba en B (ver figura 7).

Los promedios de TCS para la alternativa IT-A en todos los sujetos 12, 1, 16 y 8 ( $\bar{X}$ , 0.66: 0.95: 0.76: 0.91 respectivamente) indican preferencia por la alternativa interdependiente compartida con el sujeto control 7 (canal 2).



**Figura 22.** Tasas relativas de tiempos de contacto en cada una de las alternativas en las condiciones A (IT-A; IT-B) y B (IT-B; ID-B). Los marcadores cuadrados sin relleno son los datos de las sesiones por cada alternativa. El círculo negro es el promedio con las barras de error estándar de la media. El sujeto 7 control de la condición A, junto con los dos sujetos experimentales señalados por las líneas segmentadas permiten identificar la terna que conformaba la condición A-B.



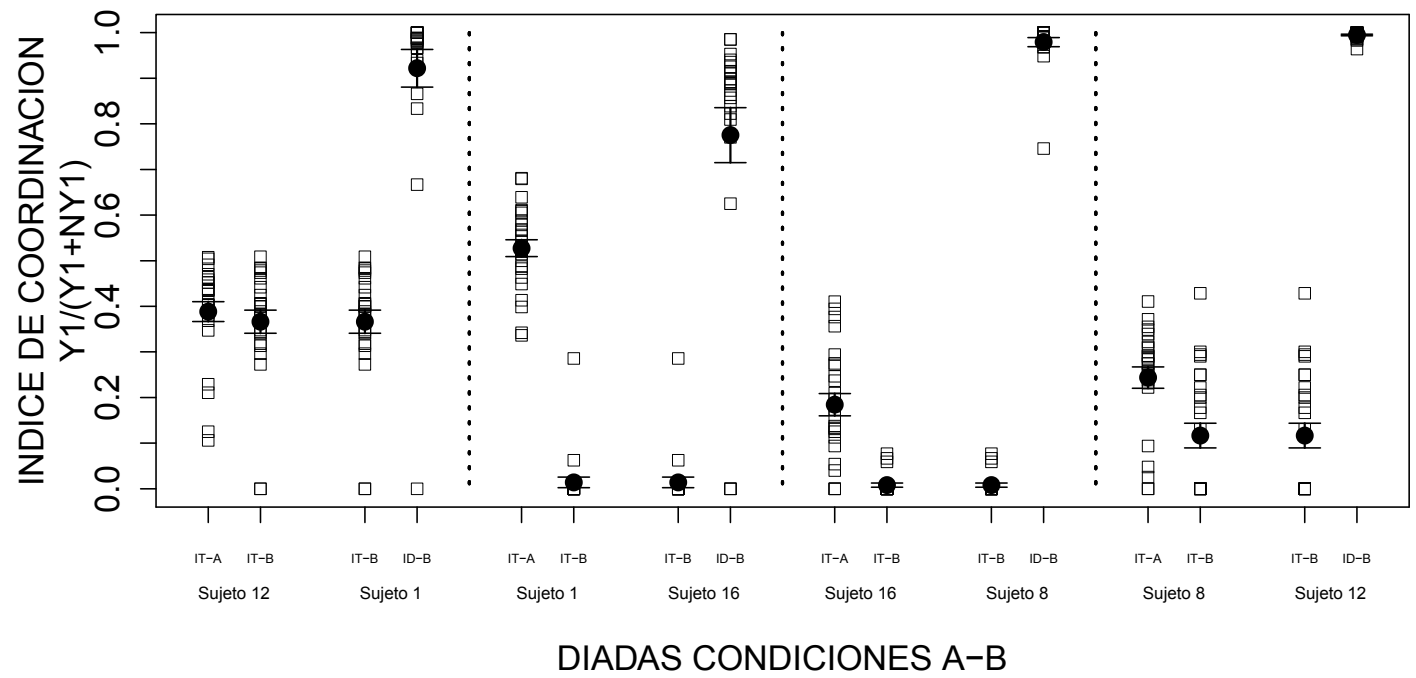
En la condición B, tres de los sujetos (16, 8 y 12) mostraron una marcada preferencia por la opción individual ( $\bar{X}$ , 0.89: 0.99: 0.91) dispuesta en el canal 4 (ver figura 7). En contraste el sujeto 1 distribuyó su tiempo en ambas alternativas aunque también mostró una tendencia por esta opción (ID-B). Al analizar los resultados en términos de las ternas compuestas se puede identificar claramente un equilibrio. Preferencia por la alternativa IT-A (canal 2) en los sujetos de la condición A, al tiempo que preferencia por la alternativa individual ID-B (canal 4) en los sujetos de la condición B. Los índices de coordinación relacionados al anterior equilibrio, estuvieron entre 0.18 y 0.52 para la alternativa del canal 2 (IT-A) y entre 0.78 y 0.99 para alternativa individual en la condición B (ID-B) (ver figura 23).

#### Condición C

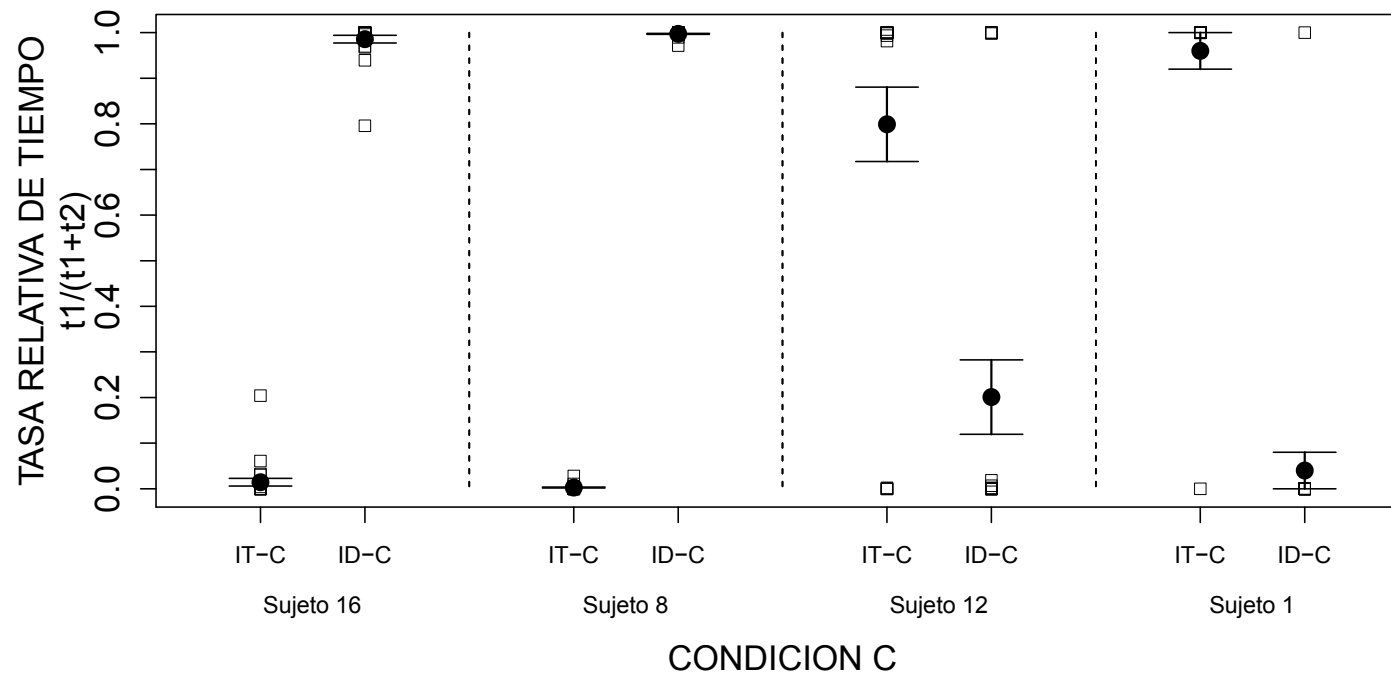
Como se observa en figura 24, los sujetos 16 y 8 mostraron preferencia por la alternativa individual ( $\bar{X}$ , 0.99: 0.99). En contraste, los sujetos 12 y 1 mostraron preferencia por la alternativa interdependiente, canal 2, ( $\bar{X}$ , 0.80: 0.96).

En la figura 25 se presentan los índices de coordinación obtenidos en esta condición. Para los sujetos con preferencia por la alternativa individual los índices de efectividad en esta alternativa estuvieron arriba del 93%. Para los sujetos 12 y 1 los promedios de coordinación en la opción conjunta fueron del 40 y 43%.

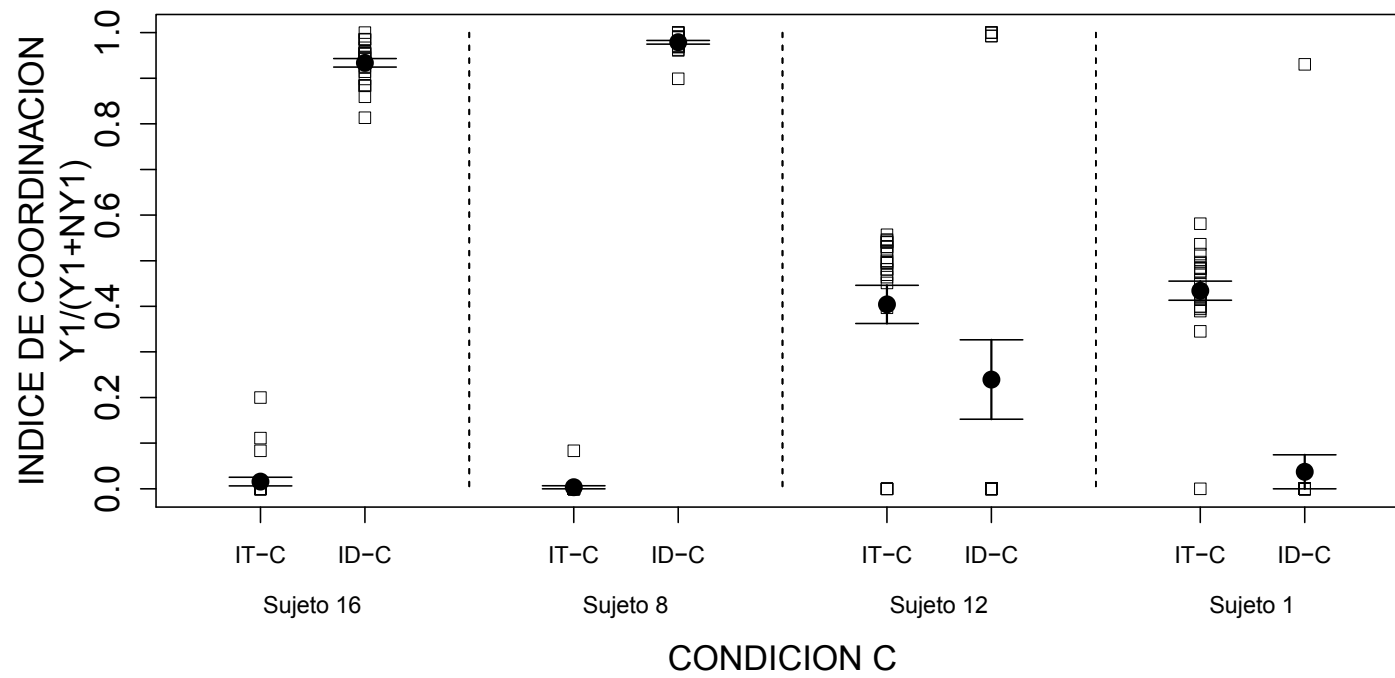
Dos equilibrios pueden distinguirse en esta condición: preferencia por la alternativa conjunta (sujetos 12 y 1) cuando emergió coordinación con el sujeto control 10; y segundo, en ausencia de coordinación con este sujeto, preferencia por la alternativa individual (sujetos 16 y 8).



**Figura 23.** Índice de coordinación de los sujetos en cada una de las alternativas de las condiciones A (IT-A; IT-B) y B (IT-B; ID-B). Los marcadores cuadrados sin relleno son los datos de las sesiones por cada alternativa. El círculo negro es el promedio de esas sesiones con las barras de error estándar de la media. Las líneas verticales segmentadas permiten identificar la terna que conformaba la condición A-B, junto con el sujeto control 7.



**Figura 24.** Tasas relativas de tiempos de contacto (TCS) en cada una de las alternativas de la condición C. Interdependiente (IT-C) e individual (ID-C). Los marcadores cuadrados sin relleno son los datos de las sesiones. El círculo negro es el promedio con las barras de error estándar de la media. Las líneas verticales segmentadas separan a los sujetos.



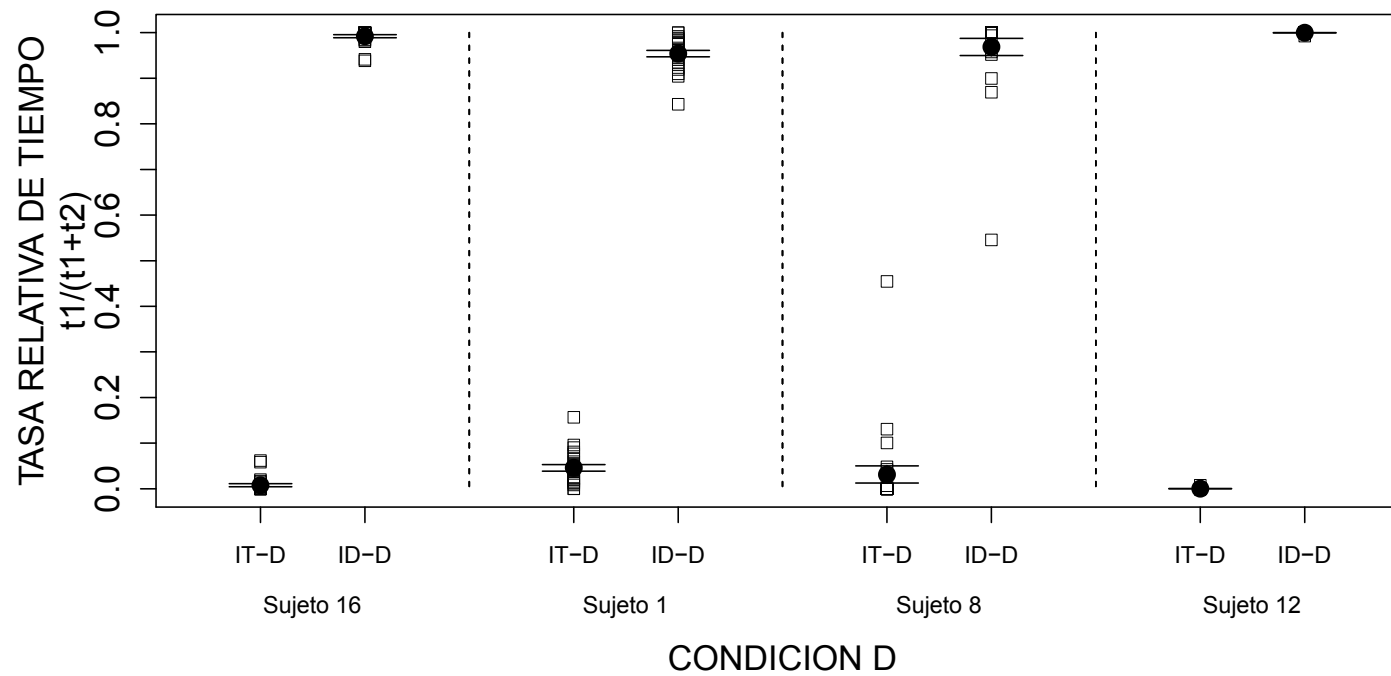
**Figura 25.** Índice de coordinación para cada una de las alternativas de la condición C (IT-C; ID-C). Los marcadores cuadrados sin relleno son los datos de todas las sesiones. El círculo negro es el promedio con las barras de error estándar de la media.

## Condición D

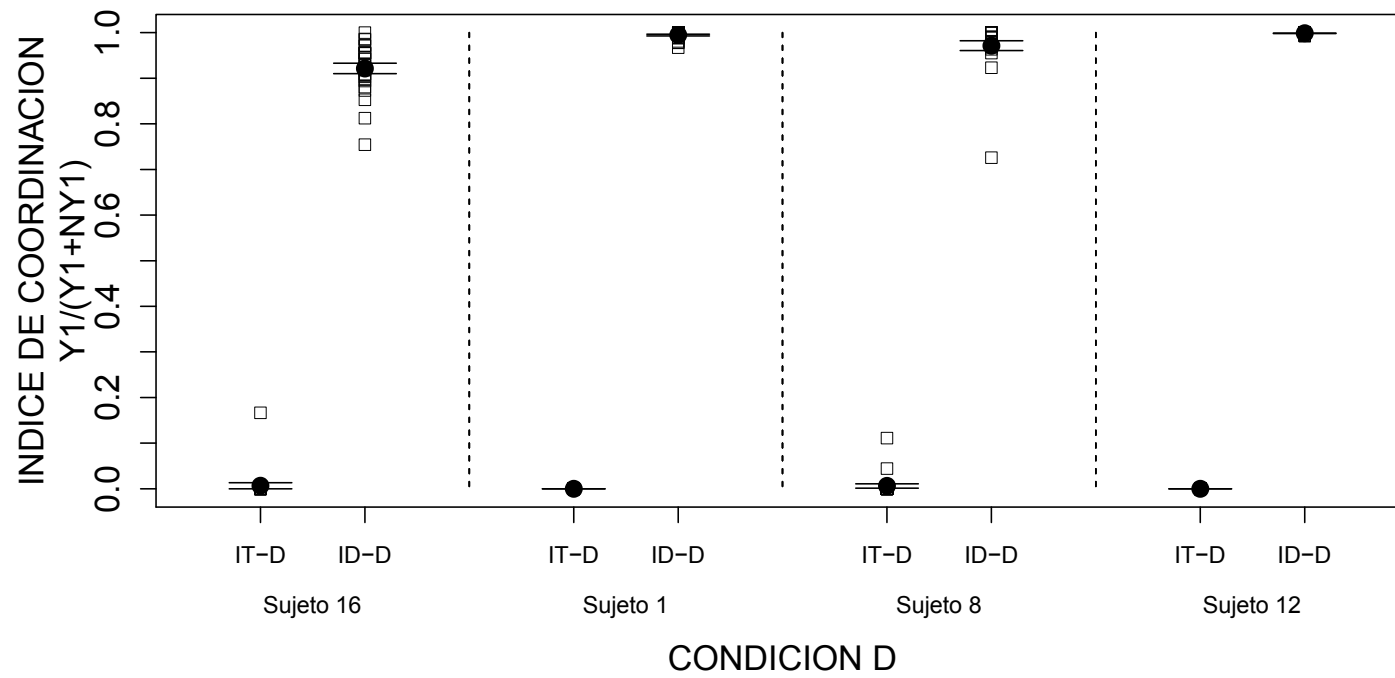
En la figura 26 se puede observar la distribución de TCS de todos los sujetos cuando pasaron por esta condición. En todos los sujetos 16, 1, 8 y 12 se observa preferencia exclusiva por el trabajo independiente (ID-D). Los promedios de TCS en estos sujetos estuvieron arriba de 0.95. Es importante señalar que esta fue la única condición donde no se observó preferencia exclusiva por el trabajo interdependiente.

Los índices de efectividad para la alternativa individual fueron muy similares a los promedios de TCS para esta opción. Todos superiores al 92% (ver figura 27).

El equilibrio resultante fue muy claro, preferencia exclusiva por la alternativa ID-D (canal 3) en ausencia de coordinación con el sujeto control 5. Este resultado no es sorprendente porque los pagos obtenidos en ambas opciones eran idénticos (1 pellet) y como se ha observado el trabajo conjunto tiene un costo adicional, coordinar.



**Figura 26.** Distribución de TCS en la condición D (IT-D; ID-D). Los marcadores cuadrados sin relleno son los datos de las sesiones por cada alternativa. El círculo negro representa el promedio con las barras de error estándar de la media. Las líneas segmentadas verticales separan a cada uno de los sujetos.



**Figura 27.** Índice de coordinación para cada una de las alternativas de la condición D (IT-D; ID-D). Los marcadores cuadrados sin relleno son los datos de todas las sesiones. El círculo negro es el promedio con las barras de error estándar de la media.

### **DISCUSIÓN EXPERIMENTO 3**

A diferencia de los hallazgos obtenidos en los experimentos 1 y 2, el análisis de las ternas que conformaron las condiciones A-B permitió identificar un solo equilibrio: preferencia por la alternativa IT-A (canal 2) en los sujetos de la condición A, al tiempo que preferencia por la alternativa individual ID-B (canal 4) en los sujetos de la condición B.

Este hallazgo es totalmente consistente con la manipulación realizada en este experimento, las cantidades obtenidas en las opciones individuales e interdependientes eran idénticas (1 pellet). Como en la condición A, operar sobre ambas restricciones generaba el acceso a iguales cantidades, se esperaba que los sujetos mostraran tendencia por la opción compartida con el sujeto control (canal 2), quien no tenía una opción diferente a responder en esa alternativa. Esta preferencia hizo que los sujetos en la condición B explotaran la alternativa individual, debido a que al alternar con la alternativa conjunta IT-B era muy probable que no fuera reforzado, porque el sujeto con el que la comparte esta opción (canal 3) no estuviese disponible.

Los únicos sujetos que distribuyeron sus respuestas en ambas alternativas; aunque con tendencia al equilibrio anteriormente señalado fueron los sujetos 12 y 1; también fueron los únicos que presentaron coordinación en esta opción.

En la condición C, se observaron los datos más controversiales de la investigación porque dos sujetos (12 y 1) presentaron preferencia por la opción interdependiente, y aunque estos resultados son comprensibles al observar que sus índices de efectividad individual fueron muy bajos, no deja de ser sorprendente que optaran por la opción conjunta (canal 2) cuando ésta generaba igual cantidad a lo obtenido en la opción independiente y además con un costo adicional de trabajar conjunto.



Los demás sujetos presentaron una fuerte tendencia al trabajo individual y sus índices de efectividad confirman esta apreciación.

En la condición D, como era de esperarse, todos los sujetos mostraron preferencia exclusiva por la opción individual. Sus índices de efectividad y poca dispersión de los datos confirman que ante idénticos pagos por el trabajo individual y de conjunto la opción más valiosa es aquella que genera el menor costo.

Los datos obtenidos en este experimento, en conjunto con los obtenidos en los experimentos 1 y 2, se constituyen en evidencia experimental de la sensibilidad de los sujetos por las consecuencias poco probables y demoradas que caracterizan a las restricciones de los entornos sociales. Cuando las consecuencias obtenidas por el comportamiento individual o de conjunto son idénticas, los individuos son sensibles al costo que la coordinación de actividades genera y muestran preferencia por la alternativa conductual más económica, elegir la opción individual.

## DISCUSIÓN GENERAL

Los resultados hallados en el presente estudio indican que los sujetos fueron sensibles a restricciones individuales e interdependientes. Se propone como principal indicador de este ajuste el patrón de actividades que emerge producto de la exposición a las contingencias.

La eficacia con la que los sujetos realizan una tarea puede derivarse del conjunto de actividades realizadas durante su ejecución. En situaciones donde los resultados obtenidos dependen exclusivamente del comportamiento individual, los sujetos deben sincronizar y coordinar sus propias actividades. En contraste, en entornos donde las consecuencias del comportamiento operan producto del actuar conjunto, los individuos deben sincronizar y coordinar sus acciones entre sí. Los resultados obtenidos en esta investigación se constituyen en evidencia de estos patrones de actividades coordinadas en ratas.

Estos hallazgos son consistentes con los reportados por Daniel (1942) quien encontró sincronía y coordinación, en esta especie, al permitirles la interacción directa en una situación experimental donde la evitación de un choque y la alimentación eran interdependientes de la conducta de ambos sujetos. Efectos similares se han reportado al permitir el contacto visual, auditivo y olfativo en ratas, al respecto Gardner, Corbin, Beltramo & Nickell (1984) señalan que la posibilidad de observación entre sí facilita la cooperación, también facilitaría la emergencia de actividades coordinadas siempre y cuando se utilicen manipulandos compartidos (Segura & Clavijo, 2010).

Popich Popik (2011) encontraron una correlación positiva entre los llamados de alta frecuencia ( 50 kHz) y el contacto social en una tarea cooperativa. Los autores sugieren que las ratas pueden estar experimentando estados afectivos positivos y en consecuencia “disfrutar” del trabajo conjunto (p. 253). Schuster (2002) ya había sugerido esta hipótesis señalando que los es-

tados afectivos “evocados” al coordinar pueden correlacionar con la liberación de opioides, constituyéndose en un mecanismo de reforzamiento social. Sin embargo, los datos obtenidos en el pilotaje con las diadas C y D no apoyan esta hipótesis. A Los sujetos les fue imposible ajustar su conducta a restricciones interdependientes aunque pudieran observarse entre sí (ITP) y el ajuste a la contingencia individual no se vio afectado por la presencia del otro (IDP).

La hipótesis de una correlación entre el actuar conjunto y un estado emocional placentero (reforzamiento social) tendría dificultades para explicar el ajuste gradual de la conducta a restricciones interdependientes; es decir, ¿no sería esperable que el estado emocional “evocado” decreciera con la experiencia y consecuente exposición repetida al compañero? Como se encontró en esta investigación la preferencia por el trabajo conjunto se acentuó al final de las sesiones. Estos hallazgos se ajustan más a la propuesta señalada por Rachlin & Locey (2011) donde la tendencia necesaria para el aprendizaje de estas conductas sea la directa sensibilidad a las consecuencias de patrones de actos extendidos en el tiempo.

Los resultados reportados en el pilotaje son consistentes con la evidencia de patrones de coordinación en ratas cuando se permite el contacto directo entre ellas (Daniel, 1942; Schuster, 2002; schuster & Perelberg, 2004) o cuando la operante se realiza con manipulandos compartidos (Segura & Clavijo, 2010; Segura & Gutiérrez, 2006) como se observó en los tres experimentos.

Los resultados conjuntos sugieren que las actividades no entrenadas, en esta especie, surgen como ajustes de posición y velocidad en el mismo espacio y tiempo, *coordinación*, no son simple actividades ejecutadas simultáneamente (sincronía) ni actos complementarios (colaboración), estos últimos podrían ser un reto para esta especie y obedecer más a presiones selectivas diferentes en especies con un mayor grado de organización social (e.g., delfines, leones).

La relativa facilidad con la que emergen patrones coordinados puede reflejar, parcialmente, una fuerte preparación biológica para su realización y ser un subproducto de la vida gregaria en esta especie. Es probable que en ambientes naturales la rata participe en la búsqueda conjunta de alimento, siguiendo una ruta común y muestren patrones similares en su captura y consumo. Desafortunadamente no existen investigaciones de campo que hayan explorado esta posibilidad, aunque como señalan koolhaas, De boer & buwalda (2005) el paradigma central en la biología de la rata sea su naturaleza social. Imitar el estudio de comportamientos sociales “complejos” a especies con habilidades cognitivas “superiores” refleja la falta de una perspectiva comparativa más amplia de la que tradicionalmente ha sido adoptada (Drea & Carter, 2009).

Es más importante determinar que el comportamiento observado en ambientes de laboratorio es producto del ajuste de la conducta interindividual a consecuencias interdependientes. Para ello, es imprescindible que los protocolos experimentales diseñados para su estudio permitan la emergencia de patrones de coordinación. Desafortunadamente, gran parte de las tareas experimentales emplean el paradigma del dilema del prisionero iterado (Gardner et al., 1984; Stephens et al., 2002) y/o aíslan a los sujetos en cámaras independientes limitando la operante a la simple simultaneidad de las acciones (Lopuch & Popik, 2011). Bajo estas condiciones, la validez de las conductas observadas como instancias de cooperación o altruismo siempre será cuestionable (Noë, 2006).

El protocolo experimental que se deriva de los experimentos realizados se constituye en una herramienta útil para investigar coordinación en esta especie, ofreciendo las ventajas de estudiar el comportamiento social en el contexto de opciones independientes y permitiendo con ello evaluar de forma más directa la preferencia por comportamientos sociales (e.g., cooperación).

Además, es el único protocolo que permite identificar la distribución del comportamiento en ensayos continuos.

Las tareas típicas de solución de problemas cooperativos iniciadas por Crawford (1937,1943) aún siguen siendo empleadas en el estudio de este tipo de comportamientos en chimpancés y otras especies (ver Melis et al, 2006; Plotnik et al, 2011; Seed et al, 2008); aun cuando los ensayos en este tipo de protocolos son discretos y los sujetos deben ser entrenados en el actuar conjunto; sin embargo, siguen siendo tareas que permiten estudiar comportamientos cooperativos en ambientes controlados.

Es aún una propuesta controvertida que los fenómenos observados en el laboratorio sean auténticas instancias de mutualismo, cooperación, altruismo o reciprocidad. En gran medida, por el uso de operandos compartidos (Melis, Hare & Tomasello, 2006; Seed et al., 2008; Segura & Clavijo, 2010), el moldeamiento de la respuesta objetivo (Rutte & Taborsky, 2008; Scheid & Noë, 2010) y la exposición prolongada a múltiples fases de pre-entrenamiento (Drea & Carter, 2009; Schneeberger et al., 2012), haciendo difícil distinguir si el patrón de actividades observado (sincronía, coordinación) es producto de las restricciones al entorno o un subproducto de los protocolos experimentales.

En contraste, los hallazgos obtenidos en este estudio al igual que la evidencia aportada por Schuster (2002) y Schuster & Perelberg (2004) se constituyen en evidencias empíricas del ajuste de la conducta a restricciones de interdependencia en ratas, sin moldear la respuesta objetivo y sin poder atribuir el patrón de actividades observado (sincronía y coordinación) al uso de manipulandos compartidos.

Como señala Noë (2006) aún hay un abismo enorme entre los experimentos donde los sujetos interactúan con una máquina y experimentos donde los sujetos ajustan sus acciones en función de la información recibida de un compañero. Tal vez la ruta para integrar los hallazgos en el área sea identificar y analizar cuantitativamente los patrones conductuales que emergen en este tipo de entornos, señalando las similitudes y diferencias en distintas especies y generando así una perspectiva comparativa más amplia.

## Referencias

- Arnold, C. & Taborsky, B. (2010). Social experience in early ontogeny has lasting effects on social skills in cooperatively breeding cichlids. *Animal Behaviour*, 79, 621-630.
- Bartal, I., Decety, J., & Mason, P. (2011). Empathy and pro-social behavior in rats. *Science* 334, 1427-1430.
- Boesch, C. & Boesch, H. (1989). Hunting behavior of wild chimpanzees in the Tai National Park. *American Journal of Physical Anthropology*, 78, 547-573.
- Bouzas, A. (2009). *Introducción al comportamiento adaptable*. Manuscrito no publicado. Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Bouzas, A. (2010). *Teoría de juegos*. Manuscrito no publicado. Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Boren, J. (1966). An experimental social relation between two monkeys. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 9, 691-700.
- Brown, J., & Rachlin, H. (1999). Self-control and social cooperation. *Behavioural Processes*, 47, 65-72.
- Brosnan, S. & de Waal, F. (2004). Socially learned preferences for differentially rewarded tokens in the brown capuchin monkey (*Cebus apella*). *Journal of Comparative Psychology*, 118, 133-139.
- Brosnan, S. & de Waal, F. (2002). A proximate perspective on reciprocal altruism. *Human Nature*, 13, 129-152.
- Busse, C. (1978). Do chimpanzees hunt cooperatively? *The American Naturalist*. 112, 767-770.

- Chalmeau, R. (1994). Do chimpanzees cooperate in a learning task? *Primates*, 35, 385–392.
- Clements, K., & Stephens, D. (1995). Testing models of non-kin cooperation: mutualism and the prisoner's dilemma. *Animal Behaviour*, 50, 527–535.
- Connor, R., & Norris, K. (1982). Are Dolphins Reciprocal Altruists? *The American Naturalist*, 119, 358-374.
- Crawford, M. (1937). The cooperative solving of problems by young chimpanzees. *Comparative Psychology Monographs*, 14, 1–88.
- Darwin, C. (1859). On the origin of species by means of natural selection. London: Murray.
- Darwin, C. (1871). The descent of man, and selection in relation to sex. London: Murray.
- Drea, C., & Carter, A. (2009). Cooperative problem solving in a social carnivore. *Animal Behaviour*, 78, 967–977.
- Dugatkin, L. A. (1997). *Cooperation among animals: an evolutionary perspective*. Oxford: University Press.
- Gardner, R., Corbin, T., Beltramo, J., Nickell, G. (1984). The prisoner's dilemma game and cooperation in the rat. *Psychological Reports*, 55, 687–696.
- Goheen, J., & Swihart, R. (2003). Food-hoarding behavior of gray squirrels and North American red squirrels in the central hardwoods region: implications for forest regeneration. *Canadian Journal of Zoology*, 81, 1636–1639.
- Gutiérrez, L. F. (1998). *Efecto de 4 programas simples de reforzamiento sobre las respuestas de interacción grupal de 2 ratas albinas que comparten un manipulando*. Tesis de Grado profesional no publicada, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.



- Hamilton, W. (1964). The genetical evolution of social behaviour. *Journal of Theoretical Biology*, 7, 1–52.
- Hollén, L., Bell, M. & Radford, A. (2008). Cooperative sentinel calling? foragers gain increased biomass intake. *Current Biology*, 18, 576–579.
- koolhaas, J., de Boer, S., & Buwalda, B. (2005). Stress. In I. Wishaw., B. Kolb (Eds.), *The behavior of the laboratory rat*. New York: Oxford university press. pp. 236-244.
- Krebs, J. R., & Davies, N. B. (1993). *An introduction to behavioural ecology*. London: Blackwell.
- Locey, M., Jones, B., & Rachlin, H. (2013). Self-control and altruism. In G.J. Madden., W.V. Dube., T.D., Hackenberg., G.P., Hanley & K.A. Lattal (Eds.), *APA handbook of behavior analysis: vol. 1. methods and principles*. Washington DC: APA Books. pp. 463–481.
- Locey, M., Safin, V., Rachlin, H. (2013). Social discounting and the prisoner’s dilemma game. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 99, 85–97.
- Lopuch, S., & Popik, P. (2011). Cooperative behavior of laboratory rats (*Rattus norvegicus*) in an instrumental task. *Journal of Comparative Psychology*, 125, 250-253.
- Lubinski, D. & Thompson, T. (1987). An animal model of the interpersonal communication of interoceptive (private) states. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 48, 1-15.
- Maynard-Smith, J. (1982). *Evolution and the theory of games*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Melis, A., Hare, B., & Tomasello, M. (2006). Engineering cooperation in chimpanzees: tolerance constraints on cooperation. *Animal Behaviour*, 72, 275-286.

- Noë, R. (2006). Cooperation experiments: coordination through communication versus acting apart together. *Animal Behaviour*, *71*, 1-18.
- Perelberg, A. & Schuster, R. (2008). Coordinated breathing in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) as cooperation: integrating proximate and ultimate explanations. *Journal of Comparative Psychology*, *122*, 109-120.
- Perelberg, A. & Schuster, R. (2009). Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) prefer to cooperate when petted: integrating proximate and ultimate explanations II. *Journal of Comparative Psychology*, *123*, 45-55.
- Plotnik, J., Lair, R., Suphachoksakun, W., & de Waal, F. (2011). Elephants know when they need a helping trunk in a cooperative task. *PNAS*, *108*, 5116–5121.
- Rachlin, H. (2000). The science of self control. Cambridge, MA: Harvard University.
- Rachlin, H., & Locey, M. (2011). A behavioral analysis of altruism. *Behavioural Processes*, *87*, 25–33.
- Rossbach, K. (1999). Cooperative feeding among bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) near Grand Bahama Island, Bahamas. *Aquatic Mammals*, *25*, 163–167.
- Rutte, C. & Taborsky, M. (2008). The influence of social experience on cooperative behavior. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *62*, 499-505.
- Scheel, D. & Packer, C. (1991). Group hunting behaviour of lions: a search for cooperation. *Animal Behaviour*, *41*, 697–709.
- Scheid, C., & Noë, R. (2010). The performance of rooks in a cooperative task depends on their temperament. *Animal Cognition*, *13*, 545–553.

Schmitt, D. & Marwell, G. (1968). Stimulus control in the experimental study of cooperation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *11*, 571-574.

Schmitt, D. & Marwell, G. (1971). Avoidance of risk as a determinant of cooperation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *16*, 367-374.

Schneeberger, K., Dietz., M., & Taborsky, M. (2012). Reciprocal cooperation between unrelated rats depends on cost to donor and benefit to recipient. *Evolutionary Biology*, *12*, 1-7.

Schuster, R. (2002). Cooperative coordination as a social behavior: experiments with an animal model. *Human Nature*, *13*, 47-83.

Schuster, R., Berger, B. & Swanson, H. (1988). Cooperative social coordination and aggression: sex and strain differences in the effects of housing on gonadectomized rats with hormone replacement. *Aggressive Behavior*, *14*, 179-194.

Schuster, R. & Perelberg, A. (2004). Why cooperate? an economic perspective is not enough. *Behavioural Processes*, *66*, 261-267.

Schuster, R., Rachlin, H., Rom, M. & Berger, B. (1982). An animal model of dyadic social interaction: Influence of isolation, competition, and shock-induced aggression. *Aggressive Behavior*, *8*, 116-121.

Seed, A., Clayton, N., & Emery, N. (2008). Cooperative problem solving in rooks (*Corvus frugilegus*). *Proc. R. Soc. B*, *275*, 1421–1429.

Segura, A. (13 de junio del 2013). Coordinación en ratas [Archivo de video]. Recuperado de [https://www.youtube.com/watch?v=I\\_F9vqNq49A&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=I_F9vqNq49A&feature=youtu.be)

Segura, A., & Gutiérrez, G. (2006). Cooperación en ratas: efectos de la experiencia temprana. *Revista Interamericana de Psicología, 40*, 241-252.

Segura, A., & Clavijo, A. (2010). *Conductas cooperativas, altruistas y de competencia: formas de interacción social que emergen bajo exposición a diferentes relaciones de contingencia*. (Tesis inédita de maestría). Universidad Nacional de Colombia: Bogotá D.C

Skinner, B. F. (1962). Two “synthetic social relations”. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 5*, 531-533.

Skinner, B. F. (1971). *Ciencia y conducta humana*. Barcelona: Editorial Fontanella.

Staddon, J. (2001). *Adaptive dynamics: the theoretical analysis of behavior*. Cambridge, MA: MIT/Bradford.

Stephens, D., McLinn, C., & Stevens, J. (2002). Discounting and reciprocity in an iterated prisoner’s dilemma. *Science, 298*, 2216-2218.

Stevens, J., & Hauser, M. (2004). Why be nice? Psychological constraints on the evolution of cooperation. *Trends in Cognitive Sciences, 8*, 60-65.

Trivers, R. (1971). The evolution of reciprocal altruism. *Quarterly Review of Biology, 46*, 35–57.

Trivers, R. (1985). *Social Evolution*. California: Benjamin/Cummings.

Weininger, H. (1977). An operant analysis of human altruistic responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 27*, 515-528.

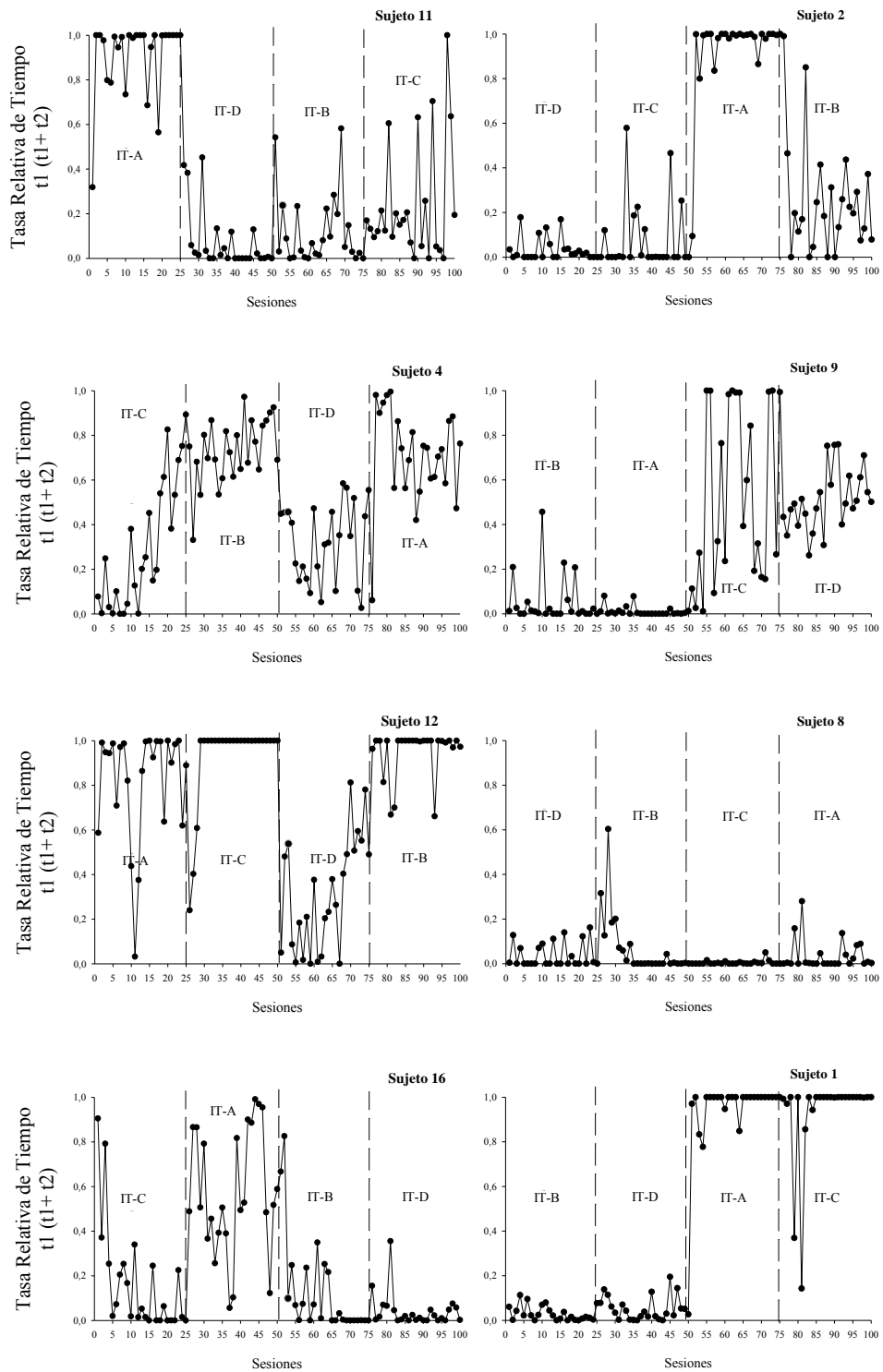
Wilkinson, G. H. (1984). Reciprocal food sharing in the vampire bat. *Nature, 308*, 181-184.

Wright, S. (1945) Tempo and mode in evolution: a critical review. *Ecology, 26*, 415-419.

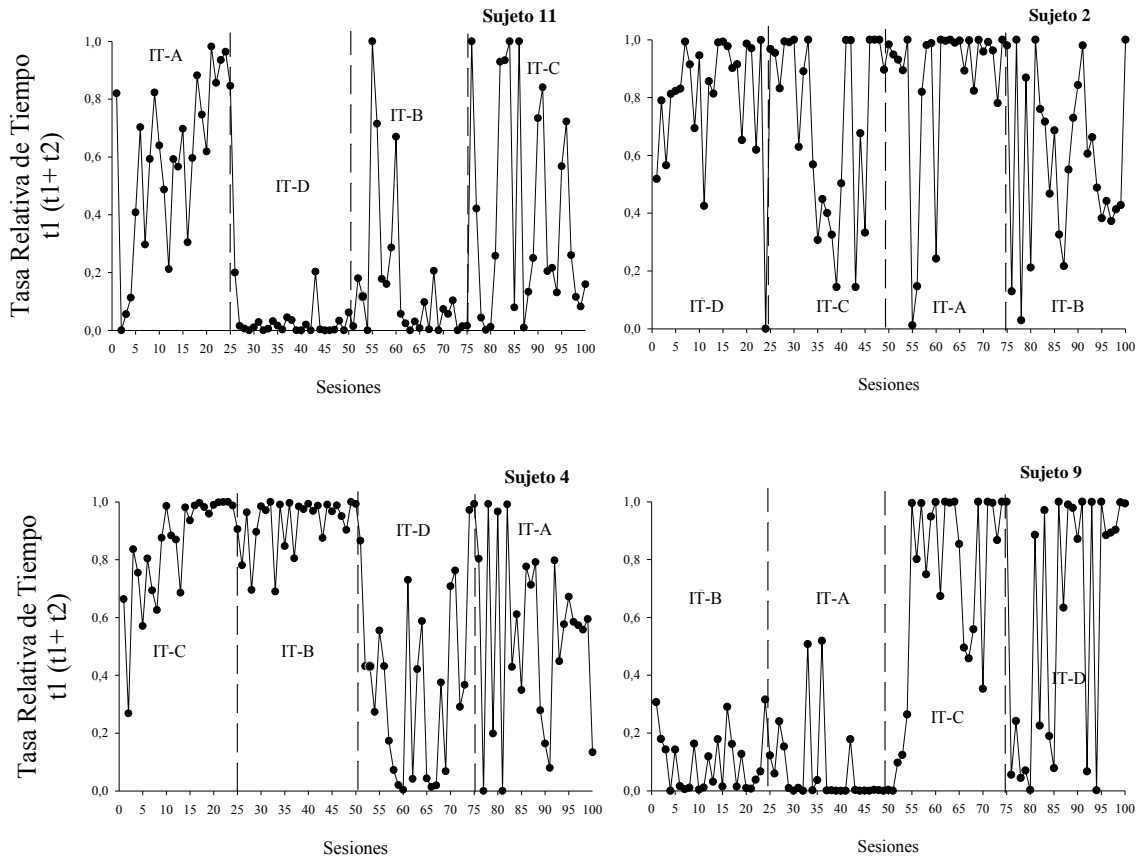
## ANEXOS

En las siguientes figuras se presentan las ejecuciones individuales de cada uno de los sujetos en los tres experimentos. Se presenta la distribución relativa de tiempo de contacto para la alternativa interdependiente (IT) en cada una de las condiciones experimentales (A-B-C-D). El orden en el que se organizaron corresponde a la secuencia en la que cada uno de los sujetos pasaba por cada una de las condiciones experimentales (ver tablas 2, 3 y 4).

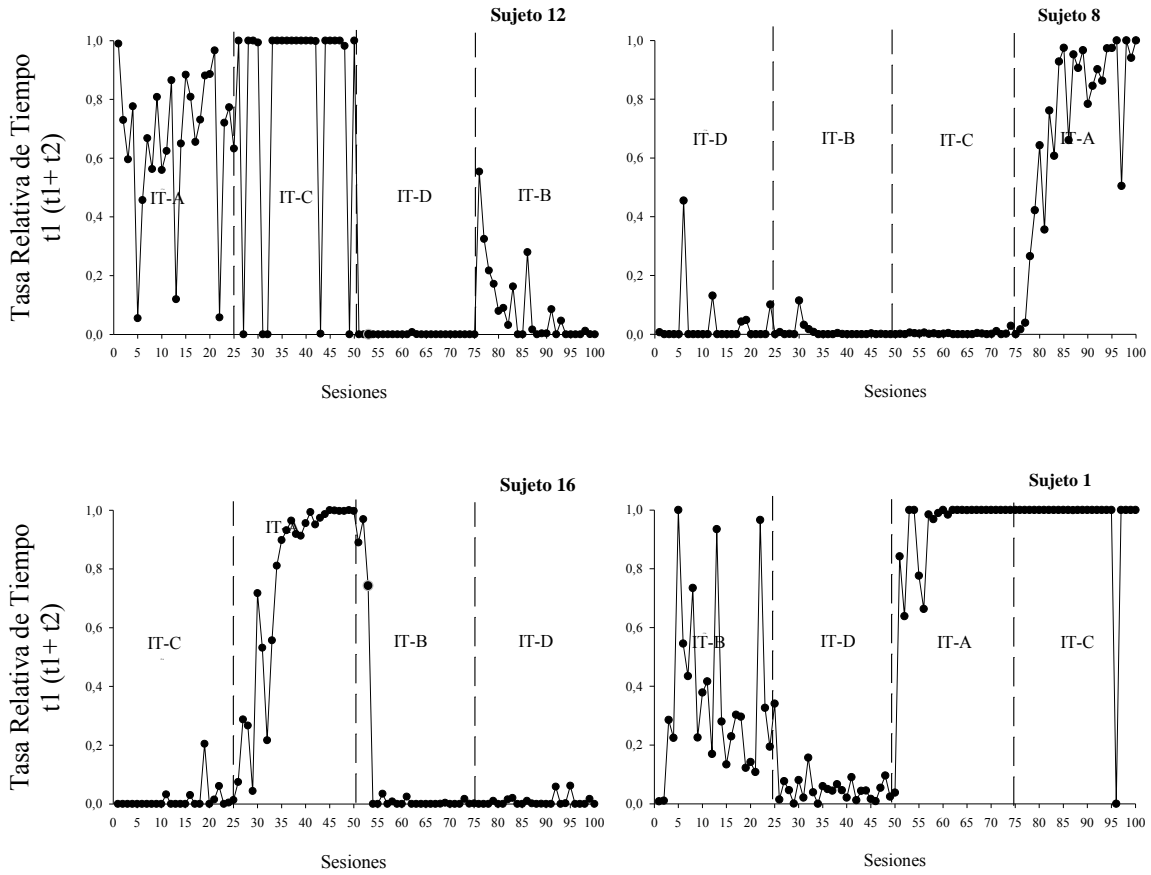
En las figuras 28, 29 y 30 se puede observar el ajuste de los sujetos a cada una de las condiciones experimentales. Lo más importante a resaltar es que el paso de una condición a otra, covaría con un cambio en las distribuciones relativas de tiempo. Esto indica que las preferencias observadas son producto del ajuste a las restricciones y no un sub-producto de la historia de reforzamiento. Estos hallazgos son consistentes con los resultados presentados en los experimentos 1, 2 y 3, y permiten identificar la dinámica en la distribución del comportamiento ante entornos interdependientes.



**Figura 28.** Tasa relativa de tiempo asignado a la opción interdependiente para cada una de las 100 sesiones experimentales, correspondientes a todas las condiciones experimentales (IT-A, IT-B, IT-C, IT-D) en el orden al que cada uno de los sujetos fue expuesto en el experimento 1. Las líneas segmentadas verticales indican el cambio de condición.



**Figura 29.** Tasa relativa de tiempo asignada a la opción interdependiente para cada una de las 100 sesiones experimentales, correspondientes a todas las condiciones experimentales (IT-A, IT-B, IT-C, IT-D) en el orden al que cada uno de los sujetos fue expuesto durante el experimento 2. Las líneas segmentadas verticales indican el cambio de condición.



**Figura 30.** Tasa relativa de tiempo asignada a la opción interdependiente para cada una de las 100 sesiones experimentales, correspondientes a todas las condiciones experimentales (IT-A, IT-B, IT-C, IT-D) en el orden al que cada uno de los sujetos fue expuesto durante el experimento 3. Las líneas segmentadas verticales indican el cambio de condición.