



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN PSICOLOGIA  
ANÁLISIS EXPERIMENTAL DEL COMPORTAMIENTO

**DISTRIBUCIÓN DE LA CONDUCTA OPERANTE EN HUMANOS: DESARROLLO  
DE PREFERENCIA Y PARÁMETROS DE REFORZAMIENTO RELEVANTES**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
DOCTOR EN PSICOLOGIA

PRESENTA:

DAVID RUIZ MÉNDEZ

**TUTORA PRINCIPAL**

DRA. MARÍA LUISA CEPEDA ISLAS – FES IZTACALA, UNAM.

**MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR**

DRA. CYNTHIA ZAIRA VEGA VALERO - FES IZTACALA, UNAM.

DR. CARLOS SANTOYO VELAZCO – FACULTAD DE PSICOLOGÍA, UNAM.

DR. ROGELIO ESCOBAR HERNÁNDEZ - FACULTAD DE PSICOLOGÍA, UNAM.

DRA. HORTENSIA HICKMAN RODRÍGUEZ - FES IZTACALA, UNAM.

CIUDAD DE MÉXICO, AGOSTO 2021



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.

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>3</b>
<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>4</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO 1. DISTRIBUCIÓN DE LA CONDUCTA OPERANTE Y LEY DE IGUALACIÓN</b> .....	<b>7</b>
1.1. EL ANÁLISIS DE LA CONDUCTA .....	7
1.2. ELECCIÓN: PRIMEROS ESTUDIOS .....	16
1.3. GENERALIDADES SOBRE LOS MODELOS CUANTITATIVOS.....	25
1.4 ESTUDIOS CON HUMANOS.....	33
<b>CAPÍTULO 2. DINÁMICA DE ELECCIÓN OPERANTE</b> .....	<b>38</b>
2.1 LA VISIÓN MOLAR DE LA INTERACCIÓN ORGANISMO-AMBIENTE. ....	39
2.2 PRIMEROS ESTUDIOS DE LA DINÁMICA DE ELECCIÓN .....	44
2.3 ANÁLISIS MULTIESCALA DE LA DINÁMICA DE ELECCIÓN. ....	49
2.4 MAGNITUD DE REFORZAMIENTO .....	57
2.5 ESTUDIOS CON SERES HUMANOS. ....	60
2.6 DIRECCIÓN DE LA TEORIZACIÓN ACTUAL. ....	63
<b>EL ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE LA DINÁMICA DE ELECCIÓN OPERANTE EN HUMANOS</b> .....	<b>66</b>
<b>EL ESTUDIO DE LA MODALIDAD DE RESPUESTA</b> .....	<b>68</b>
<b>PRIMERA APROXIMACIÓN: TASA DE ERRORES EN LOS BLANCOS MÓVILES</b> .....	<b>71</b>
<b>MÉTODO</b> .....	<b>72</b>
PARTICIPANTES .....	72
APARATOS.....	72
PROCEDIMIENTO .....	73
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>76</b>
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>78</b>
<b>EXPERIMENTO 1. EFECTO DE LA MODALIDAD DE RESPUESTA EN LA DINÁMICA DE ELECCIÓN</b> .....	<b>79</b>
<b>MÉTODO</b> .....	<b>79</b>
PARTICIPANTES .....	79
APARATOS.....	79
PROCEDIMIENTO .....	80
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>84</b>
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>93</b>
<b>EXPERIMENTO 2: VARIACIÓN DEL PARÁMETRO DE CAMBIO DEL BLANCO MÓVIL</b> .....	<b>96</b>
<b>MÉTODO</b> .....	<b>96</b>
PARTICIPANTES .....	96
APARATOS.....	96
PROCEDIMIENTO .....	96

<b>RESULTADOS.....</b>	<b>97</b>
<b>EL ESTUDIO DE LA SEÑALIZACIÓN ORDINAL POR COMPONENTE .....</b>	<b>104</b>
<b>EXPERIMENTO 3. EFECTOS DE LA PRESENCIA/AUSENCIA DE ESTÍMULOS DISCRIMINATIVOS ORDINALES</b>	<b>109</b>
<b>MÉTODO.....</b>	<b>109</b>
PARTICIPANTES .....	109
APARATOS.....	109
PROCEDIMIENTO .....	109
TAREA EXPERIMENTAL.....	111
INSTRUCCIONES.....	114
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>121</b>
<b>EXPERIMENTO 4. INCREMENTO EN EL NÚMERO DE SESIONES.....</b>	<b>125</b>
<b>MÉTODO.....</b>	<b>125</b>
PARTICIPANTES .....	125
APARATOS.....	125
PROCEDIMIENTO .....	126
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>126</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>137</b>
<b>EXPERIMENTO 5. EFECTOS DE PROPORCIONAR UNA REGLA DE DESEMPEÑO.....</b>	<b>143</b>
<b>MÉTODO.....</b>	<b>143</b>
PARTICIPANTES .....	143
APARATOS.....	143
PROCEDIMIENTO.....	144
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>145</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>148</b>
<b>CONCLUSIONES GENERALES.....</b>	<b>149</b>
MODALIDAD DE RESPUESTA .....	149
ESTÍMULOS DISCRIMINATIVOS ORDINALES.....	153
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>157</b>

## Agradecimientos

**CONACYT.** El desarrollo de este estudio fue posible gracias a la beca 478698 que me fue otorgada por parte del programa 000035 del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

**Dra. María Luisa.** Muchas gracias por permitirme trabajar con usted. También, por la confianza e independencia que me brindó en el doctorado. Es una excelente líder y tiene una maravillosa calidad humana. Gracias a usted, pude alcanzar este sueño.

**Dra. Zaira.** Agradezco mucho todo su apoyo académico y personal durante este proceso. Sus consejos, su experiencia y su punto de vista me han ayudado a ser la persona que soy. Gracias por dejarme trabajar a su lado. Mi más grande aprecio hacía su persona.

**Dr. Carlos.** Doctor, gracias por platicar conmigo y darme una visión diferente de las cosas. También, gracias por ayudarme en mi proyecto. Usted es una persona muy destacada y sistemática de la cual tuve la fortuna de aprender mucho. Espero trabajar con usted en el futuro.

**Dr. Matthew Bell.** Thanks for being my mentor. I had the most important academic experience in my life under your guidance. Your kindness, your wisdom, and your support in all aspects made me grow as a researcher. As I always say, I will always admire you. You are the best!

**Dr, William Baum.** Doctor, you are my inspiration in psychology. From my early freshman years to graduate school, I have always been fascinated by your experiments and your theoretical position. Thank you for giving me the opportunity of working with you. I will never forget all your teachings and the incredible researcher and human being you are. I will always follow your example.

**Dr. Rogelio.** Gracias por todas sus enseñanzas y todo su apoyo doctor. Gracias a usted, puedo decir que soy analista experimental del comportamiento. En sus clases, me brindó la mejor formación que puede ofrecer nuestra universidad en comportamiento. Es un ejemplo a seguir. Espero poder trabajar con usted en el futuro.

**Dra. Hickman.** Agradezco mucho su apoyo durante mi proceso de doctorado. Gracias por proporcionarme su punto de vista y por todas sus recomendaciones a mi escrito. Fueron fundamentales. Sin su apoyo, no podría haber concluido mi trabajo.

**Dr. Mancilla.** Muchas gracias por apoyarme en uno de los momentos más difíciles en mi estancia en EE. UU doctor. Siempre estaré agradecido con su persona.

**Dra. Sara Cruz.** Desde que la conocí, admiré mucho su liderazgo y la solidez de su trabajo. Gracias por todo su apoyo y por permitirme cumplir mi sueño de estudiar en EE. UU.

**UNAM.** Agradezco mucho a mi universidad por ayudarme a ser lo que ahora soy.

### **Dedicatorias.**

**A mi mamá.** Para ti mamá. Tú siempre me inspiraste a seguir estudiando y a perseguir mis sueños. Siempre me dijiste que tengo que superarme y que no me tengo que conformar con nada. Así lo haré. Muchas gracias. Te amo.

**A mi papá.** Para ti papá. Que siempre estuviste ahí conmigo y me apoyaste. Nunca voy a olvidar esas caminatas que dábamos en EE. UU. y el apoyo que me brindaste. Gracias por cuidarme y ver por mí. Espero algún día poder replicarlo. Te amo.

**A mi hermana.** Para ti pequeña. Sin que te des cuenta, cada cosa que haces me da energía para continuar y también me hace querer hacer realidad mis sueños. Sólo nos tenemos a los dos. Gracias por cuidarme. Yo siempre estaré ahí para ti. Te amo hermanita.

**A mi familia.** Gracias a mi abuelita Lupita por siempre abrirme las puertas cuidarme durante mis largas jornadas. La quiero mucho Abuelita. Gracias a todos mis tíos y mis tías. Y gracias a mi primo Iván al que quiero mucho.

**A Lizette.** Mi *gema*. Tú eres *mi motivo*. Contigo, aprendí a amar bonito. Siempre tendré *sabor a ti* y tú siempre tendrás *sabor a mí*.

**A mis amigos.** Karla, Diana, Oscar, Alejandra, Rodrigo, Brissa, Sandy, Kathy, Ixchel y Olga. En cada etapa de este proceso, he podido contar con todo su apoyo. Son muy importantes para mí. Siempre cuenten conmigo.

## Resumen.

La elección operante ha sido explicada de manera exitosa por la ley de igualación. Sin embargo, existen algunas excepciones con participantes humanos. La fuente de estas diferencias podrían ser variaciones metodológicas como la modalidad de respuesta o el uso de estímulos discriminativos que proporcionan información ordinal sobre los programas de reforzamiento. Esta tesis investigó el efecto de variar la modalidad de respuesta y la presencia de estímulos discriminativos ordinales utilizando un procedimiento de rápido cambio ambiental con participantes humanos. En el Experimento 1, seis estudiantes fueron asignados aleatoriamente a dos condiciones (BO y MT). En la condición BO, los participantes presionaban botones en la pantalla para ganar puntos. En la condición MT, los participantes seguían y presionaban blancos móviles que cambiaban de posición cada 2000 ms. Los resultados mostraron que la sensibilidad al reforzamiento se desarrolló solamente para la condición BO. Se llevó a cabo el Experimento 2 contando con tres participantes y utilizando solamente la condición MT. La tasa de cambio de posición para el blanco móvil fue cambiada a 300 ms. En estas condiciones, se observó el desarrollo de sensibilidad al reforzamiento. Sin embargo, también se encontró alta variabilidad. Se concluye que la modalidad de respuesta puede afectar el desarrollo de sensibilidad solo si los requisitos de respuesta son afectados por la manera en que se arregla la modalidad de respuesta. El Experimento 3 presentó 14 razones de reforzamiento a los participantes de manera irregular, siete con estímulos discriminativos (Condición DS) y siete sin los estímulos (Condición NDS) (1:1, 1:2, 2:1, 1:8, 8:1, 1:24, 24:1). Para la condición NDS las curvas de sensibilidad parecieron más altas, pero no monotónicas y variables. El Experimento 4 probó el efecto de extender el entrenamiento. En esta ocasión, se observó sobre igualación para la condición NDS y DS. Debido a que el contenido de los reportes verbales se asoció con incrementos abruptos en sensibilidad a lo largo de las sesiones, el Experimento 5 probó los efectos de proveer a los participantes una regla de desempeño. Se observó sobre igualación y los resultados fueron semejantes a la condición DS del Experimento 4. Se concluye que los estímulos discriminativos mejoran el desarrollo de la sensibilidad y que la información ordinal proporcionada por estos estímulos causa potencialmente sensibilidad al reforzamiento modulada por la conducta verbal.

**Palabras clave:** elección, ley de igualación, dinámica de elección, modalidad de respuesta, estímulos discriminativos, conducta verbal.

## Abstract.

Operant choice has been successfully described by the generalized matching law. However, there have been some differences in results with human participants. Methodological variations across studies, such as response modality and the use of discriminative stimuli providing ordinal information to participants about the reinforcer schedules, might be the source for the observed differences. The present thesis investigated the effect of response modality and the presence of ordinal discriminative stimuli using a rapidly changing procedure with human participants. In Experiment 1, six students were randomly assigned to two conditions (BO and MT). In the BO condition, participants pressed buttons on the screen to earn points. In the MT condition, participants tracked and pressed moving targets that changed position every 2000 ms. Results showed that sensitivity to reinforcement developed just for the BO condition. Experiment 2 was conducted, having three participants and using the MT condition only. The rate of target position change parameter was modified to 300 milliseconds. Under those conditions, the development of sensitivity to reinforcement was observed. However, high variability was found. It is concluded that response modality can affect the development of sensitivity if response requisites to obtain reinforcement are affected by the way the response modality is arranged. Experiment 3 presented fourteen reinforcer ratios to participants irregularly, seven with discriminative stimuli (DS condition) and seven without (NDS condition) (1:1, 1:2, 2:1, 1:8, 8:1, 1:24, 24:1). Sensitivity curves appeared to be higher but non monotonic and variable for many participants in the DS condition. Experiment 4 tested the effect of extending training. This time, overmatching was observed for both the DS and NDS condition. Since the content of verbal reports was associated with abrupt increases in sensitivity across sessions, Experiment 5 tested the effects of providing a performance rule to participants. Overmatching was observed and results resembled data of the DS condition in Experiment 4. It is concluded that discriminative stimuli enhance sensitivity to reinforcement and that ordinal information provided through discriminative stimuli potentially causes verbal-behavior-modulated sensitivity to reinforcement.

**Keywords:** choice, matching law, dynamics of choice, response modality, discriminative stimuli, verbal behavior.

## Capítulo 1. Distribución de la conducta operante y ley de igualación

It is hard to see choice as anything more than a way of interrelating one's observations of behavior, and not a psychological process or a special kind of behavior in its own right.

Herrnstein, R. J. (1970)

### 1.1. El análisis de la conducta

Dentro de la psicología experimental, el análisis de la conducta ha marcado toda una tradición en la manera de hacer ciencia y entender la conducta de los organismos (Reynolds, 1975; Michael, 1984). El trabajo conceptual y, especialmente, el trabajo experimental desarrollado por Skinner (1938) al final de la década de los 30 dio origen a un programa de investigación que se convertiría en todo un movimiento dentro de la psicología. Los trabajos y aportaciones que dieron comienzo al movimiento comenzaron a abrirse camino dentro de la psicología experimental de la época, siendo conocidos como “condicionamiento operante” (Hilgard & Bower, 1966). El término *operante* nace de la distinción clásica de Skinner entre los dos tipos de condicionamiento (Skinner, 1937). A diferencia de los trabajos previos realizados en “condicionamiento instrumental”, el condicionamiento operante planteaba una forma dinámica de estudiar la conducta al tener una base funcional en la definición de sus términos y al no restringir la emisión libre de respuestas de un organismo (Skinner, 1938; 1956). El desarrollo del condicionamiento operante dio origen a una práctica científica denominada inicialmente como “Análisis Experimental del Comportamiento” (AEC) y, más reciente e integralmente, como Análisis de la Conducta (AC) (Michael, 1984). Dentro del AC, el conductismo radical es la filosofía que estructura la dimensión epistemológica y ontológica del científico de la conducta (Skinner, 1974). Por lo tanto, el condicionamiento operante se erige como una forma de hacer ciencia, marcando una clara escisión epistemológica con la psicología experimental tradicional y resaltando su fuerte base en el conductismo radical al momento de formular explicaciones del comportamiento. A continuación, se expondrán brevemente algunas características básicas el análisis de la conducta que son fundamentales para este trabajo.

Una de las fuentes de influencia de Skinner para el desarrollo de la epistemología del condicionamiento operante tiene origen dentro del positivismo de Ernst Mach (Smith, 1986). Esta aproximación sobre la ciencia marcaba énfasis en la observación y la clasificación de los fenómenos, ostentando una lógica inductiva sobre los hallazgos científicos. Un aspecto importante sobre esta manera de ver a la ciencia tiene que ver con la necesaria comprensión del significado y desarrollo de los términos básicos de una ciencia en el contexto de su uso. De esta manera, el significado de un término solo tiene sentido al comprender de qué manera ha sido usado en un contexto científico-histórico, siempre explicitando las instancias de la realidad a las que hace referencia (Smith, 1986). Esta forma de ver las cosas exige al investigador comprender los usos de los términos que emplea en el contexto de las manipulaciones que realiza, permitiéndole exorcizar posibles significados adicionales. Mach (2013) fue claro con las implicaciones de su aproximación, mencionando que el objetivo de su *Science of Mechanics*, era: “despejar las ideas... exponer el significado real de la materia, deshaciéndose de obscuridades metafísicas.”<sup>1</sup>

Una de las primeras contribuciones de Skinner (1935) en esta dirección fue su descripción de los términos estímulo y respuesta. Estos términos eran muy frecuentemente usados en psicología experimental, pero rodeados de una fuerte polémica y discusión teórica sobre su uso y significados (Hilgard & Marquis, 1961). En lugar de definirlos partiendo de una base topográfica, Skinner los describió funcionalmente. Siguiendo esta lógica, *una respuesta es toda aquella actividad del organismo que produzca un mismo efecto ambiental previamente especificado y un estímulo es toda fuente de estimulación energética que produzca un efecto previamente especificado en la actividad del organismo* (Skinner, 1935). Bajo esta visión, la actividad del organismo se puede clasificar en *clases* que comparten una misma *consecuencia* ambiental. Toda aquella actividad del organismo que produzca ese efecto se vuelve una instancia de la clase de respuesta. Una clase está definida por un efecto ambiental observable y medible. Por lo tanto, dentro de una clase de respuesta la actividad de un organismo puede incluir instancias de actividad topográficamente diferentes y, a pesar de ello, seguir siendo parte de una misma respuesta.

---

<sup>1</sup> Is to clear up ideas, expose the real significance of the matter, and get rid of metaphysical obscurities.

Debido a lo anterior, la unidad funcional para el estudio de la conducta se vuelve la *clase de respuesta* (Johnston & Pennypacker, 2009).

Las clases de respuesta, como unidades de análisis, poseen diversos tipos de propiedades, de las cuales se puede dar cuenta a través de diferentes cantidades dimensionales sumamente útiles para el análisis experimental (Johnston & Pennypacker, 2009). Una de ellas, la frecuencia de respuesta (también llamada tasa de respuestas), surge a partir de la propiedad de conteo de una respuesta y es de las dimensiones más usadas y distintivas dentro de esta tradición experimental (Barlow, et al, 2009; Johnston & Pennypacker, 2009). Skinner (1966a) llegó a señalar que esta era la medida esencial del análisis experimental de la conducta. A pesar de las muchas ventajas y consenso sobre los términos básicos de estímulo y respuesta y las mediciones derivables, dentro del análisis de la conducta la naturaleza esencialmente discreta de la clase de respuesta no está exenta de crítica (cf. Baum & Rachlin, 1969; Rachlin, 1992; Schull, et al, 2001)

En un esfuerzo conceptual posterior, Skinner (1937) distinguió dos tipos básicos de conducta a partir de su postura sobre el reflejo. En su famosa replica a Kronosky y Miller, Skinner realizó una delimitación conceptual más detallada entre los dos tipos de conducta tradicionalmente estudiadas en el campo del aprendizaje, a saber: el condicionamiento pavloviano y el condicionamiento instrumental. A partir de entender al reflejo como una relación entre la ocurrencia de ciertos eventos ambientales que provocan tipos específicos de respuestas en un organismo, Skinner señalaba que había respuestas, diferentes a las provocadas por una mera relación filogenéticamente programada. Concretamente, de acuerdo con Skinner (1937) existe: “un tipo de respuesta que ocurre de manera espontánea en la ausencia de estimulación de la que pueda estar correlacionada”<sup>2</sup>. Este tipo de conducta fue denominada *operante*. En trabajos posteriores, se ha dejado claro que la conducta operante, como termino básico, cubre las instancias de lo que se ha denominado en psicología general como “conducta voluntaria” (Skinner, 1953; 1974).

A partir de este trabajo, también se pudo distinguir entre los términos básicos que conformarían la relación fundamental estudiada en el condicionamiento operante. Por un

---

<sup>2</sup> a kind of response which occurs spontaneously in the absence of any stimulation with which it may be specifically correlated.

lado, cuando una consecuencia que sigue a una respuesta emitida provoca el incremento en la frecuencia de esta, se dice que la consecuencia actúa como un *reforzador*. Un reforzador está delimitado de manera estrictamente funcional. Por lo tanto, la propiedad “reforzante” de un estímulo consecuente solo se puede predicar en la medida en que se establezca empíricamente un aumento en la emisión en las clases de respuestas a las cuales es contingente. Las fuentes de estimulación concurrentes al establecimiento de una contingencia respuesta-reforzador también son claves para entender la dinámica de la conducta. Por ejemplo, un estímulo antecedente puede establecer la ocasión para emitir una respuesta. Cuando esto ocurre, se dice que es un *estímulo discriminativo*. Un estímulo discriminativo se define funcionalmente como aquella propiedad ambiental en cuya presencia la emisión de una respuesta se vuelve más probable. Sin este criterio, no se puede hablar de un estímulo discriminativo. La propiedad discriminativa de un estímulo es establecida por medio de reforzamiento diferencial de una clase de respuesta ante distintas fuentes de estimulación presentes en un ambiente particular. A la contingencia entre un estímulo que señala la oportunidad de emisión de respuesta, la ocurrencia de la respuesta y la consecuencia contingente a esa respuesta, se le denomina *operante discriminada*. Una operante, bajo este marco conceptual, es una clase funcional de respuesta, definida con base en las relaciones establecidas entre la actividad del organismo y los eventos ambientales antecedentes y consecuentes. La validez de las categorías básicas antes descritas no descansa en el acuerdo entre observadores, ni en un criterio de verdad absoluta (Zuriff, 1985). Mas bien, la heurística de las categorías descansa en las raíces pragmáticas del conductismo radical: son útiles para describir las relaciones funcionales observadas en el ambiente y de interés para el científico de la conducta (Lattal & Laipple, 2004).

Derivado de este punto, es importante señalar que el positivismo del cual proviene la construcción epistemológica del análisis de la conducta es muy diferente a la tradición del positivismo lógico y, específicamente, al movimiento operacionalista. Aunque en un principio, el trabajo de Bridgeman y el movimiento operacionalista influenciaron a Skinner, la lógica epistémica de análisis de la conducta es muy diferente en los aspectos más básicos (Moore, 1985; Skinner, 1984). El análisis funcional de los términos, previamente expuesto, no es un análisis de definición operacional al estilo del positivismo lógico. Esto es evidente cuando se contempla que la realidad ontológica a la que hace referencia el análisis de la

conducta se limita exclusivamente a las relaciones observadas entre las categorías básicas previamente planteadas. De este modo, el nivel de teorización operante se encuentra en el nivel de descripción o lo que fue originalmente denominado como *el nivel de los datos* (Skinner, 1950; Zuriff, 1985). Es por ello por lo que Johnston & Pennypacker (2009) señalan que: “debido a que no se define la conducta en términos de procesos hipotéticos internos, no hay necesidad de buscar claridad o acuerdo al tratar de definir la conducta en términos de sus operaciones de medición”<sup>3</sup> p. 87.

Las consecuencias a nivel ontológico sobre esta manera de entender la conducta implican que la conducta es *todo aquello que hace un organismo* (Skinner, 1974). Instancias de actividad como lo que es tradicionalmente referido como pensar, soñar o resolver un problema, no son más que conducta (Skinner, 1954). Como se señaló anteriormente, debido a que la conducta se define a partir del ambiente y las características ambientales a partir de la conducta, el análisis de la conducta es una: “tradicción intelectual que considera a la conducta como una continua interacción entre el organismo individual y su ambiente y, por lo tanto, un objeto de estudio legítimo por sí mismo”<sup>4</sup> (Perone, 1991, p.166).

La conducta es estrictamente una función de las variables ambientales (Skinner, 1966b). El desarrollo de la conducta en la ontogenia puede verse como un *proceso de selección*, donde las condiciones ambientales seleccionan las operantes que emite un organismo en un momento particular. Inclusive, el nivel de selección operante puede verse como un nivel más entre un nivel de selección biológica y cultural (Skinner, 1984). Esta visión integral que parte del *seleccionismo*, puede ayudar a dar luz a preguntas complejas sobre la conducta. Por ejemplo, el comprender la interacción entre los primeros dos niveles de selección en términos de su operación conjunta y prolongada, puede dar luz al origen de la conducta filogenéticamente “programada” (Catania, 1998; Skinner, 1984).

Las explicaciones teóricas desde el análisis de la conducta se limitan exclusivamente a describir las relaciones empíricas que guardan las categorías entre sí,

---

<sup>3</sup> Because, we do not define behavior in terms of hypothetical, internal processes, there is no need to search for clarity or agreement by trying to define behavior in terms of measurement operations

<sup>4</sup> ... an intellectual tradition that regards behavior as a continuous interaction between an individual organism and its environment, to be pursued as an object of study in its own right.

excluyendo explicaciones que incorporen algo más que las variables ambientales planteadas. Esto último ha llevado a que muchos críticos llamen “a-teórica” y “ambientalista” a esta forma de ver la conducta, aludiendo que ignora *otras causas* de la conducta. En respuesta a estos cuestionamientos, valdría la pena hacer la siguiente pregunta: ¿Realmente hay *otras causas* de la conducta además del ambiente? La respuesta se puede encontrar si se responde a la siguiente pregunta: ¿Qué es una teoría ambiental o basada en el ambiente? Como punto de partida, se debe pensar en una situación donde se trate de cambiar comportamiento de un organismo, *manipulando exclusivamente* las variables identificadas en una explicación sobre la conducta. Si se acude al mentalismo, entonces variables “mediacionales” que se encuentran “dentro” del organismo podrían tener un peso explicativo en la “conducta observable” (Block, et al, 1997). En este contexto, primero, hágase usted la siguiente pregunta ¿realmente se puede manipular *directamente* una variable mental? ¿Podemos manipular *directamente* la mente? Si respondió que sí, entonces ahora pregúntese ¿Qué es la mente? Recuerde que, si su respuesta fue afirmativa a la cuestión anterior, entonces usted asume que hay “algo” diferente a la “conducta observable” ¿La mente es “conducta inobservable”? ¿Qué es la “conducta inobservable”? ¿Cuál es su naturaleza ontológica? Desde la filosofía analítica, se ha señalado este callejón sin salida conceptual de la categoría de lo mental (Ryle, 1949). Si abordamos este problema desde una postura conductual entonces se vuelve un pseudoproblema. Recuérdese que a lo largo de este texto se ha venido resaltando la naturaleza funcional de la definición de conducta utilizada en el condicionamiento operante. Si se parte de esta lógica, entonces se debe entender que no hay *algo más que la conducta* del organismo y su biología. Esto porque la conducta *es todo lo que hace el organismo*. Si esto se asume cierto, entonces resultaría absurdo tratar de *manipular directamente* a la conducta ya que la conducta se define precisamente por medio de sus efectos en el ambiente. Por lo que, si se desea manipular la conducta, entonces se manipula el ambiente. A partir de lo anterior, Hayes (1993) ha argumentado que: “debido a que ningún evento conductual puede manipularse de manera directa, si la teoría te dice de manera precisa como hacer esto, entonces está basada en el ambiente...”<sup>5</sup>, esto debido a que, en dicha teoría, el orden emergería de la:

---

<sup>5</sup> attempt to influence behavior by directly manipulating nothing other than the variables specified in the theory. Because no behavioral event can be manipulated directly, if the theory tells you precisely how to do this, it is environmentally based.

“manipulación de ninguna otra cosa que las variables especificadas en la teoría” p.463. Una teoría ambiental entonces, es aquella que pone la explicación del orden empírico observado solamente en las variables que puede manipular. Por lo tanto, lo que “causa” el orden observado en la conducta son *exclusivamente* las manipulaciones sistemáticas del ambiente y *nada más*. Hayes (1993) también aclara que “ambiental” no refiere exclusivamente la distinción dentro/fuera de la piel ya que: “un evento ambiental es parte del **mundo manipulable que excluye el comportamiento del que estamos interesados**”<sup>6</sup> (negritas añadidas). Si recordamos la visión mentalista en el contexto de esta explicación, entonces ¿qué valor heurístico, a nivel de manipulaciones empíricas, tiene una explicación que incluye *algo más* que las variables ambientales manipulables? Desde el conductismo radical, recurrir a explicaciones que contemplen algo más que las variables ambientales, resulta infructuoso y limitante debido a que se pierde de vista la capacidad de manipulación de la conducta por parte del investigador (Moore, 1981). Piense en las alternativas mentalistas. Más allá de una posible predicción producida por algún constructo hipotético, la manipulación de todas las variables en una explicación y la replicación de estos resultados otorgaría al científico una explicación clara, sistemática y replicable de la conducta. Cualquier añadido implicaría un *significado adicional*, cuya validez no se puede obtener o garantizar nunca a partir de las relaciones empíricas observadas (MacCorquodale & Meehl, 1948).

La visión anterior sobre la conducta, la ubica como un fenómeno natural. Un fenómeno más dentro de la naturaleza, sin alguna casusa “diferente” a lo que se observa dentro de la misma. Cuando un árbol cae o una de sus hojas se desprende y planea tranquilamente hasta el piso, no tenemos duda de lo natural que hay en ello. Las explicaciones son claras y localizables en la naturaleza. ¿Pero qué pasa cuando José cierra la puerta? ¿Cómo explicamos esa conducta? Probablemente se recurra a una explicación basada en *la intención* de José y lo que estaba pasando por su *mente* en ese momento. Claramente, esta explicación no coincide con la lógica de la conducta como fenómeno natural, en la medida en que la causa de la conducta se encuentra en un evento adicional (y ambiguo) a las variables identificables y manipulables en el ambiente. ¿Cómo entonces se

---

<sup>6</sup> environmental does not always refer to the world outside the skin... Rather, an environmental event is part of the manipulable world outside of the behavior we are interested in

pueden explicar estas ocurrencias dentro del AC? La respuesta que ofrece la filosofía del conductismo radical sigue siendo una explicación ambiental.

El problema inicial es que se concibe a José como un *agente*, libre de actuar en el mundo. La idea de la agencia sostiene que la causa de la conducta se encuentra en el individuo, y que este individuo actúa como un agente efector, influenciado, pero parcialmente independiente de la naturaleza (Baum, 1995). Si se dice que la puerta se cierra porque José no quería ver pasar a *aquella* mujer entonces la agencia coloca la explicación en José. ¿Será que José quiere evitar a esa mujer? Si es evitación entonces ¿Cómo podríamos saber qué es lo que hace que José “evite”? Observe como el peso explicativo recae rápidamente en “José”. La explicación de la conducta del organismo en cuestión se ubica entonces en *algo* del propio organismo. En José como un *agente que actúa*. Si se lleva a sus últimas consecuencias, las implicaciones son la idea del yo, la persona y el libre albedrío (Skinner, 1974). ¿Qué es lo que causa que José cierre la puerta? Alguien diría que la representación interna de la mujer es lo que lo provoca ya que causa en José “nostalgia”, evitable al cerrar la puerta. Quizá este tipo de explicaciones se originan en la necesidad inmediatista de buscar causas del comportamiento (Baum, 2018). Debemos de apartarnos de esta visión para encontrar claridad en la explicación.

Recordamos primero que la conducta es un evento natural, que simplemente *ocurre* (Baum, 1995). Las explicaciones para la conducta son halladas en el ambiente, dejando la idea del yo como una ilusión (Skinner, 1974). Por lo tanto, manipulado el ambiente se podría encontrar el determinante ambiental que controla la conducta de interés en José. Algunos ejemplos podrían ser la posición de las manecillas del reloj durante el episodio o quizá la discriminación de un sonido en particular o, inclusive, un estímulo verbal. El buscar el determinante ambiental se volvería entonces una cuestión empírica. Más interesante aún es la idea de que José es un organismo que, dada la colección de eventos que han acontecido a lo largo de su ontogenia, emite conducta bajo las circunstancias en la cual lo estamos estudiando. Siguiendo este argumento, la conducta se puede ver como un patrón de interacción con el ambiente extendido en el tiempo (Baum, 2011a). Si aplicamos esta lógica a nuestro ejemplo entonces lo que vemos ocurrir en José es un resultado de su historia conductual, como colección de eventos. Por ejemplo, si pudiéramos ver la

interacción de José a un nivel de análisis más molar, podríamos ver como acciones de José como cerrar la puerta al ver a aquella mujer, evitar un lugar o una canción son colecciones de eventos que tienen como consecuencia una reducción molar en la exposición de José a eventos funcionalmente aversivos (reducir la frecuencia global de la exposición a la mujer y los estímulos relacionados a ella). Por lo tanto, cuando se ve a José cerrar la puerta y se contempla solamente el nivel de análisis más local se pueden desviar fácilmente las explicaciones hacia mecanismos internos, cayendo en la trampa de dar una explicación a este nivel sin entender los determinantes ambientales y perdiendo de vista la totalidad del fenómeno.

Otro ejemplo similar sería cuando alguien opina sobre un tema. Lo que observamos es conducta verbal. Sabemos que la conducta verbal es conducta operante que sigue los mismos principios que cualquier otra respuesta operante (Skinner, 1957). Por lo tanto, debido a que la conducta es un patrón de interacción extendido en el tiempo, podríamos analizar la conducta verbal de la opinión a diferentes escalas. A una escala de análisis reducida, escuchamos lo que alguien dice ante un cuestionamiento, pero en una escala más molar y extendida, podríamos dar cuenta de la manera en que la emisión de respuestas verbales de ese organismo, que conforman una clase, fueron reforzadas ante eventos ambientales igualmente similares (Baum, 2011a). Inclusive, el lector de este trabajo podría contextualizarse a sí mismo en esta aplicación al analizar la validez de los argumentos expuestos en este texto. El resultado de su análisis de este texto podría explicarse también en términos de las ocurrencias que han acontecido en su ontogenia como relaciones entre eventos. ¿Ha recibido usted suficiente entrenamiento como analista conductual? ¿Ha sido reforzado a lo largo del tiempo por expresar una opinión similar a la mía? Valore su respuesta. En conclusión: “el análisis de la conducta coloca explícitamente la conducta, por sí misma, entre los fenómenos de una ciencia natural, explicándola directamente en términos de sus relaciones con otros eventos, en lugar de tratarla como el producto de un proceso subyacente inferido al que se le concede el estatus explicativo especial, siendo esto lo que constituye la agencia”<sup>7</sup> (Hineline, 2003, p.209).

---

<sup>7</sup> Behavior analysis explicitly places behavior, per se, among the phenomena of natural science, accounting for it directly in terms of its relations to other events, rather than treating it as product of inferred underlying processes that could be granted the special explanatory status constituting agency

Un último punto que resaltar del análisis de la conducta es su lógica esencialmente inductiva y experimental. El desarrollo de la metodología experimental intrasujeto, utilizada por Skinner, tiene como base la replicación y la inducción (Baer, 1977; Sidman, 1960). En el prefacio de *Schedules of Reinforcement*, Fester & Skinner (1957) resaltaban que su proceder en sus experimentos fue muy “*Baconiano*”. Entender la forma peculiar de experimentar en AC implica resaltar los aspectos de influencia de Francis Bacon en la forma de pensar de Skinner (Smith, 1992). Desde un punto de vista Baconiano, la validez del conocimiento proviene directamente de la manipulación de la naturaleza y observación de efectos, más que de su contemplación. De acuerdo con Bacon: “Lo artificial no difiere de lo natural en forma o en esencia, sino en la eficiencia.”<sup>8</sup> (p.380). Se podría decir que si se quiere saber algo sobre algún aspecto de la naturaleza se debería manipularlo. En última instancia, lo aprendido dependería del grado en que se puede replicar un resultado. En el AC un aspecto clave definitorio, tanto para la validez interna como para la validez externa, es la replicación y la producción de efectos (Sidman, 1960). Bajo un diseño intrasujeto, la replicación entre condiciones y, después, entre sujetos, da garantías al científico sobre la veracidad de sus explicaciones. Dadas las raíces y naturaleza del AC, la mejor forma de explicar un fenómeno es describiendo las relaciones que observamos en la naturaleza. Un paso necesario es comprender lo que se ha aprendido a partir de la manipulación de la naturaleza. La siguiente sección se enfoca en describir los hallazgos y explicaciones teóricas de un área de experimentación denominada genéricamente como *elección*.

## 1.2. Elección: Primeros Estudios

Un organismo siempre se está comportando. Si usted analizara la conducta de un organismo en una unidad de tiempo particular, digamos un día, se podrían identificar distintos tipos de actividad en las cuales el organismo se involucra. Si se analizan estas actividades en términos de clases de respuestas y se establece que estas actividades son una función de las variables ambientales, entonces ¿Qué determina la proporción de actividad de un organismo ante distintas alternativas en ambiente particular? A partir de la década de

---

<sup>8</sup> The artificial does not differ from the natural in form or essence but only in the efficient.

los 50, los estudios bajo el análisis experimental de la conducta comenzaron a aportar conocimiento sistemático a la psicología experimental general sobre la variación de la conducta momento a momento como función de los parámetros de reforzamiento temporales y de requisito de respuesta (Hilgard & Marquis, 1961). Los arreglos experimentales utilizados y los registros acumulativos permitían ver la conducta en transición hasta alcanzar un estado estable (Fester & Skinner, 1957). El desarrollo de los aparatos utilizados proveía al investigador de una excelente fuente de aislamiento y control experimental, así como un estudio automatizado y sin influencias ajenas a las manipulaciones experimentales (Skinner, 1956). Un aspecto para contrastar con los viejos procedimientos instrumentales y el tipo de medidas utilizadas eran las preparaciones en laberintos, las cuales implicaban la distribución de actividad del organismo bajo dos o más opciones y medidas relativas de preferencia (Hilgard & Marquis, 1961). Particularmente la aproximación Hulliana, había contemplado situaciones de elección en estructuras de desplazamiento específicas para explicar la fuerza del hábito (Hull, 1943). En muchas de estas situaciones se estudiaba las propiedades cuantitativas de la respuesta y la distribución de la conducta de un organismo en las estructuras del laberinto, siendo algunas variables dependientes los gradientes de velocidad y el porcentaje de elecciones ante un camino específico de muchos disponibles, variando sistemáticamente parámetros de reforzamiento específicos a las situaciones (Logan, 1960; Crespi, 1966).

En el condicionamiento operante, los estudios hasta finales de los años 50 se habían enfocado predominante en el análisis experimental de los patrones de respuesta emitidos bajo programas de reforzamiento específicos en una sola operante por experimento. Sin embargo, era cada vez más frecuente la aparición de estudios donde se involucraban dos tipos diferentes de clases de respuesta bajo distintas contingencias (Fester, 1957). En el clásico tratado de Sidman, (1960) sobre metodología, se describe, por ejemplo, la posibilidad del estudio concurrente de los efectos de contingencias distintas en dos operantes (ej. respuesta de evitación y reforzamiento positivo) arreglando los operados para que las respuestas fueran topográficamente diferentes. Sin embargo, el interés por estos estudios se concentraba en las bondades metodológicas del estudio individual de dos efectos diferentes en una misma situación y no en un análisis experimental de la distribución operante en las dos alternativas por si misma (Catania, 1962). Un estudio como

estas últimas características, debería centrarse en los efectos de variaciones ambientales específicas en la *distribución de respuestas operantes que pudieran ser concurrentemente emitidas*.

Fester & Skinner (1957) fueron de los primeros en hacerlo. En su libro, definieron un programa concurrente como una situación donde: “dos o más respuestas, con diferente topografía al menos con respecto del locus, pueden ser ejecutadas con muy poca interferencia mutua al mismo tiempo o en alternación rápida, bajo el control de equipos de programación separados”<sup>9</sup> (p.724). En uno de sus experimentos bajo un arreglo concurrente, se describió la ejecución de un organismo bajo un programa concurrente de intervalo variable (Intervalo Variable IV) IV 1 min-IV min y su transición a un solo IV 1min. Los datos de los registros acumulativos indicaban estados estables en los dos operandos, mostrando patrones sistemáticos de alternación entre teclas. Las respuestas se incrementaron al doble en el operando derecho cuando se cubrió la tecla izquierda y se suprimió la contingencia en ese operando. Eventualmente, la ejecución inicial se recuperó al volverse a poner disponibles los dos operados. En este estudio solamente se reportaron datos de tasas absolutas de respuesta individual y patrón de ejecución con registro acumulativo.

Findley (1957) reportó una serie de experimentos bajo una estructura metodológica similar al anterior estudio. Su primer experimento replicó los hallazgos de Fester & Skinner (1957), presentando dos teclas que operaban bajo un programa de IV. Sin embargo, el patrón de cambio y su descripción no quedaban claros. En un esfuerzo para explorar experimentalmente este patrón de cambio y la influencia del valor promedio del IV en el tiempo invertido en cada opción, Findley (1957) desarrolló un procedimiento concurrente, conocido como *procedimiento de tecla de cambio*. Con este procedimiento, una tecla podía estar asociada a un programa de reforzamiento distinto de acuerdo con un estímulo discriminativo específico mientras que la otra tecla procuraba el cambio de programa disponible en el otro operando. El programa en vigencia es señalado por un estímulo discriminativo particular. Sus resultados mostraron tasas absolutas en incremento al

---

<sup>9</sup> Two or more responses, of different topography at least with respect to locus, capable of being executed with little mutual interference at the same time or in rapid alternation, under the control of separate programming devices”.

disminuir el valor promedio del programa de intervalo variable y pendientes más inclinadas en los registros acumulativos correspondientes a valores de IV más pequeños. Uno de los hallazgos más interesantes corresponde a los datos de tiempo relativo en cada programa. En una condición donde se mantiene constante el programa asociado a la tecla roja, se observa que conforme aumenta el valor de IV en la tecla verde, el tiempo relativo disminuía en esta tecla y aumentaba en la roja. En otra manipulación, se obtuvieron curvas simétricamente opuestas al aumentar el valor de IV de una tecla mientras que disminuye sistemáticamente el valor del IV de la otra. Por último, cuando los valores IV de ambas teclas variaban en la misma dirección, se obtuvieron curvas simétricas. Findley (1957) sintetizó sus hallazgos al aseverar que: “la división del tiempo entre los dos colores fue una función del reforzamiento relativo de las condiciones”<sup>10</sup> p. 129. Los datos de Findley apuntaban a considerar no solo la tasa absoluta de respuesta, sino la tasa relativa de las respuestas en relación con los parámetros a variar en la situación experimental bajo un arreglo concurrente.

Otros estudios con programas concurrentes siguieron. Herrnstein, (1958) había demostrado que en una situación concurrente utilizando programas de razón, la preferencia en términos de distribución de respuestas permanecía exclusiva a un programa. La distribución podría observarse bajo un continuo de cambio si se eliminaba la independencia de los programas en términos de requisitos mínimos de respuesta dependientes ambos programas para el reforzamiento. Siguiendo esta línea de investigación, Herrnstein (1961) diseñó un experimento enfocado en analizar las variaciones de las tasas relativas de respuesta como función de las variaciones en la programación y tasa de reforzamiento obtenidas con programas de IV. En el estudio se varió sistemáticamente los valores de las dos teclas en términos del valor nominal del programa de intervalo variable, incluyendo pares de valores replicados con y sin una demora de cambio (COD - Changeover Delay en inglés). La demora al cambio se agregó como una forma de penalización al patrón de rápida alternación observado en experimentos previos bajo este mismo arreglo. A diferencia del experimento de Findley, en este estudio las dos teclas concurrentemente disponibles para el organismo tenían el programa IV asignado, tal y como en los estudios previos. Herrnstein

---

<sup>10</sup> The results of the above experiments were clear in indicating that the division of time between the two colors was a function of relative reinforcement conditions.

presentó datos de tasas absolutas y relativas. En ambos casos, las curvas obtenidas eran funciones lineales de la tasa de respuesta como función de la tasa de reforzamiento. El número de cambios disminuía sistemáticamente con la inclusión del COD, situación que remediaba las tasas anormalmente altas en cada programa obtenidas en previos experimentos (Catania, 1962; Catania; 1963a; Catania, 1963c).

La replicación entre sujetos reportada en el experimento apuntaba a una relación lineal entre las tasas relativas de respuesta y reforzamiento. Herrnstein propuso que la relación obtenida con las tasas relativas podría describirse mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{B_R}{B_R + B_L} = \frac{R_R}{R_R + R_L} \quad (1)$$

Igualación de tasas de respuesta relativas en una opción en relación con las tasas relativas de reforzamiento obtenidas en esa misma opción. B indica la frecuencia relativa de respuesta y R es la frecuencia relativa de reforzamiento. Cada subíndice corresponde al lado de cada tecla (izquierda L y derecha R)

Dicha expresión sugiere que, en un continuo de variaciones cuantitativas de reforzamiento, al efectuarse un cambio relativo en la tasa de reforzamiento de una opción, la tasa relativa de respuestas observada para esa opción debe de cambiar y ser igual a su contraparte de reforzamiento. Por ejemplo, si se obtiene 80% del reforzamiento en una opción, el 80% de respuestas tendrían que emitirse a esa opción. Si se cambiara esa proporción y ahora se obtuviera 30% en esa opción, entonces la tasa relativa de respuestas en esa opción tendría que cambiar también a 30%. Esta suposición es lo que se ha llamado en la literatura como igualación estricta (strict matching) (Davison & McCarthy, 1988).

El planteamiento anterior propone una relación entre variables esencialmente lineal, dada la proporcionalidad necesaria en las relaciones de cambio. Debido a esto, los estudios empíricos posteriores comenzaron a evaluar la distribución de respuestas relativas como función de la tasa relativa de reforzamiento ajustando una línea recta a la relación obtenida en ambas variables. Bajo la suposición de la igualación estricta, la pendiente de la línea recta a ajustar a los datos sería una indicación del cambio relativo por unidad de la tasa de respuesta ante el cambio relativo de la tasa de reforzamiento. Un valor de pendiente correspondiente a la unidad (1.0) es un indicador de igualación perfecta entre ambas

medidas. La generalidad y parsimonia de la relación provocó la emergencia de una serie de estudios para comprobar la generalidad de esta relación funcional.

Catania (1963c) realizó un estudio para explorar los efectos de la demora al cambio y comprobar la independencia de las respuestas concurrentes en términos de sus cambios relativos ante cambios relativos de reforzamiento. Catania utilizó un procedimiento de tecla de cambio como el propuesto por Findley. Catania encontró una dispersión de los puntos respecto de la línea recta mucho mayor cuando no había COD que cuando esta penalización se incrementaba. Catania también demostró que cuando en un programa se mantiene la frecuencia de reforzamiento constante y en el otro se varía este parámetro de manera sistemática, las tasas absolutas de ambas teclas son una función lineal de los reforzadores por hora programados en las respectivas teclas.

En un esfuerzo por replicar sistemáticamente los hallazgos, comprobar la generalidad entre especies y entre tipos de consecuencias y explorar los valores del COD asignados a un programa concurrente, Shull & Pliskoff (1967) realizaron un estudio utilizando ratas como sujetos y estimulación intracraneal como reforzador. En este estudio se utilizó una situación similar a la situación de tecla de cambio. Una tecla estaba asociada a dos programas posibles de acuerdo con estimulación interoceptiva por ruido (tono o clicks). Los autores variaron sistemáticamente los COD de 0 a 20 segundos utilizando diferentes pares de programas concurrentes. Uno igualado (IV 90s – IV 90s) y el otro difiriendo en el valor promedio del IV (IV 60s IV 80s). Conforme se aumentaba el COD, la ejecución en el programa IV 60s IV 80s se hacía más extrema en términos de incrementos pronunciados en las respuestas relativas, tiempo relativo y reforzamiento relativo obtenido en la opción con mayor densidad de reforzamiento (IV 60 sec). En relación con el arreglo igualado de IV- IV, no hubo cambios sistemáticos de tendencia en las medidas relativas conforme aumentaba el COD.

Un estudio posterior, realizó un análisis de una clase de respuesta totalmente diferente, acompañado de análisis conceptual sobre la distribución de la actividad de los organismos (Baum & Rachlin, 1969). El trabajo de Baum & Rachlin (1969) comienza discutiendo la naturaleza discretizada de la noción de clase de respuesta. Los autores proponen que el tiempo invertido en cada opción pueda ser una medida que refleje con más

precisión el flujo conductual de actividad de un organismo. Este trabajo comienza a demostrar un cambio en la construcción teórica derivado de esta área de investigación, que más tarde daría pie a posturas molares del comportamiento (Rachlin, 1992; Baum, 2011a). En su experimento, los autores describen un procedimiento donde se proporcionaba reforzamiento como función de la permanencia del organismo en una ubicación particular. La cámara estaba dividida en dos partes y había un interruptor en el piso de cada lado. Cuando el organismo estaba parado en un lado, una luz se encendía de ese lado de la cámara. Al cambiar al otro lado, ocurría una demora al cambio y se encendía la luz del otro lado. En ambos lados, el reforzamiento era programado de acuerdo con intervalos variables. Sus datos, tanto en transformación a logaritmos de proporciones como en proporciones relativas normales, mostraron una relación lineal entre el tiempo invertido en el lado de la cámara y los reforzamientos disponibles en esas opciones. Un aspecto particular del estudio es la ocurrencia de un sesgo de preferencia hacia un lado, evidente tanto en la posición de la línea como en los valores de la ordenada al origen al utilizar regresión por mínimos cuadrados para obtener valores de pendiente.

Dentro de estos esfuerzos, un paso natural fue la exploración de parámetros del reforzamiento tradicionales como la magnitud o demora del reforzador bajo una situación concurrente. Por ejemplo, Catania, (1963b) realizó un estudio donde comparó la ejecución en una condición con una tecla con un IV 2 respecto de otra condición con un programa concurrente IV 2 IV2 variando sistemáticamente la magnitud del reforzamiento tanto en la tecla individual como en el programa concurrente (tiempo de acceso al comedero). Catania, (1963b) no solo encontró igualación en los programas concurrentes en términos de la tasa relativa de respuesta al tiempo de acceso a la comida, sino que mostró una función lineal positiva entre magnitud del reforzador y emisión de respuestas anteriormente planteada en la literatura de aprendizaje (Hull, 1943). Esto en contraste con la variación no sistemática encontrada cuando operaba un solo programa, lo cual contrastaba con las relaciones poco sistemáticas entre la tasa de respuestas y la magnitud de reforzamiento en un programa individual encontradas en estudios previos (Jenkins & Clayton, 1949; Keesey & Kling, 1961)

En un esfuerzo de replicación de los hallazgos previos, Catania (1963c) utilizó el procedimiento de tecla de cambio en lugar del procedimiento concurrente de Herrnstein. Catania (1963c) proponía una ecuación hiperbólica para explicar el resultado total de ejecución en términos de la tasa de respuesta absoluta. Además, proponía una explicación del patrón de alternación observado en la ausencia del COD como un resultado de condicionamiento supersticioso, algo apoyado por otros estudios (Catania & Cutts, 1963). Las limitaciones heurísticas de la descripción propuesta por Catania (1963c), sobre todo en términos de la significación psicológica de los parámetros de la ecuación, orillaron a la búsqueda de una mejor explicación (Davison & McCarthy, 1988).

En relación con la demora del reforzamiento, Chung & Herrnstein (1967) diseñaron un estudio arreglando un IV 1min IV 1min con un COD de 1 segundo. En este estudio se asignaron los sujetos a dos condiciones que diferían en términos de una tecla estándar y la tecla experimental. En una condición, la tecla estándar tenía una demora de 8 segundos. En la otra condición la tecla estándar tenía una demora de 16 segundos. Las demoras se variaron de 0 a 30 segundos. Cada entrega del reforzador estaba precedida por un apagón equivalente al periodo de la demora. En este estudio se reportó que la tasa relativa de reforzamiento era una función lineal negativa de la demora relativa. Las respuestas relativas disminuyeron como función de la demora absoluta en las condiciones. También se mostraron curvas de respuestas absolutas para ambas teclas en cada condición, mostrando los primeros puntos de indiferencia al igualarse las tasas absolutas cuando la demora era equivalente en ambas teclas. Los autores propusieron relacionar las respuestas relativas a la inmediatez del reforzamiento, entendida la inmediatez como el recíproco de la demora.

Los resultados sobre demora de reforzamiento son controversiales (Davison & McCarthy, 1988). Una serie de estudios posteriores, explorando la relación entre la distribución de respuestas en procedimientos de cadenas concurrentes y manipulando la demora del reforzamiento (Neuringer, 1969; Shimp, 1969) mostraron evidencia que contradecía los resultados reportados por Chung & Herrnstein (1967). Por ejemplo, el experimento de Neuringer (1969) utilizó un arreglo de cadenas concurrentes con links iniciales igualados. En uno de los links iniciales se podía acceder a un IF y en otro link se accedía a un TV (Tiempo Variable) señalado por un apagón de la cámara experimental. A

largo de 3 experimentos, se probaron los efectos de igualar entre si las distancias temporales de ambos links terminales, así como hacerlas diferir de manera sistemática para ambos valores. Cuando los valores se variaron, se observó preferencia por el que proporcionaba mayor inmediatez al reforzamiento, sin embargo, cuando los valores eran iguales, los resultados indicaban indiferencia entre los links terminales. En este estudio no se reportó igualación estricta entre la distribución de respuestas relativas y la inmediatez relativa del reforzador. Shimp (1969) reportó resultados similares al explorar si discriminar tiempos entre respuesta (IRT) tenía el mismo efecto a una demora aplicada al reforzador del mismo valor. En su estudio, tampoco encontró igualación entre la tasa relativa de respuestas y la longitud relativa armónica de los IRT asociados al estímulo discriminativo que señalaba la respuesta.

Al finalizar la década del 70, existía un cuerpo de evidencia sólido respecto a estudios de distribución operante utilizando programas de IV. de Villiers (1974) realizó un análisis de la literatura hasta finales de la década de los 70. En sus primeras dos tablas, se muestran los resultados de un conjunto numeroso de estudios de igualación donde se utilizaron programas de intervalo variable. Se presentan datos individuales y datos de grupo por estudio. En las primeras dos tablas se aprecia que la variancia explicada, calculada al ajustar una línea recta a los datos, es en muchos casos superior al 90%. Sin embargo, se observa que el valor normativo de las pendientes es inferior a 1 y existe una clara relación entre los indicadores de bondad de ajuste más bajos y valores inferiores de demora de cambio (COD). A pesar de que la literatura confirma la generalidad de las relaciones funcionales observadas, existían vacíos al considerar *cuáles* eran las fuentes que causaban una baja sensibilidad a los cambios en relativos en la tasa de reforzamiento. Esta situación es usualmente referida comúnmente como sub-igualación (undermatching). El observar sesgos y sub-igualación llevo a replantear la manera en que se formalizaba la descripción del fenómeno. Era necesario poder modificar el modelo cuantitativo para incluir y cuantificar estas ocurrencias. Antes de continuar con la descripción de la literatura, es necesario realizar una serie de comentarios sobre los cambios que se incorporaron en la descripción cuantitativa para la distribución operante.

### 1.3. Generalidades sobre los modelos cuantitativos.

Al acumularse la evidencia empírica sobre un fenómeno, la teorización sobre el mismo comienza a centrarse en la precisión de las descripciones y en el análisis de las predicciones derivadas de las relaciones funcionales observadas entre la conducta y el ambiente (Baum, 1989). Como parte del proceso de análisis científico del fenómeno de interés, la descripción se formaliza mediante el modelamiento matemático de las relaciones funcionales observadas (Bush & Mosteller, 1955). En una representación de este tipo, la variable dependiente o dependientes y las variables independientes o instancias de una variable independiente identificadas en el fenómeno de interés, se representan mediante el uso de símbolos en una forma que busca capturar la manera en que cada componente interactúa entre sí en la relación funcional de interés (Dallery & Soto, 2013). El papel de cada componente del modelo y sus implicaciones teóricas dependen en gran medida de la estructura del modelo a nivel geométrico, permitiendo una descripción clara, sencilla y precisa del fenómeno a investigar (Shull, 1991). De esta manera, el uso de un modelo matemático no es más que una forma económica y heurística de representar las suposiciones teóricas que se tienen sobre las variables de interés involucradas en el fenómeno de estudio.

Como previamente se ha mencionado, en el análisis de la conducta la teoría está en el nivel de los datos (Skinner, 1950). De esta forma, una manera de hacer teoría desde este cuerpo de conocimientos se centraría en la descripción de las relaciones funcionales observadas entre la conducta y el ambiente (Baum, 1989). Los estudios producidos en el área de investigación de interés en este trabajo dieron origen a una teoría cuantitativa de la distribución de la conducta operante. Esta teoría es conocida usualmente como: “la ley de igualación” (McDowell, 1989). En un sentido estricto, la ley de igualación no es una ley empírica (Rachlin, 1971). Una ley puede entenderse como la *generalización empírica de las observaciones* que provee un modelo que describe un fenómeno de la naturaleza. Debido a la existencia de desviaciones fuertes al modelo original (Baum, 1979), no se puede decir que la ley de igualación como modelo sea una ley en el sentido mencionado arriba. Más bien, la ley de igualación y sus desarrollos posteriores pueden verse como una

serie de suposiciones teóricas sobre las relaciones funcionales a observar en una situación de elección bajo ciertas condiciones (Killen, 1972). A continuación, se explicará brevemente dos variaciones importantes al modelo original que serán de utilidad para la comprensión de este trabajo.

Primero, dada la evidencia empírica a finales de los años 70 sobre distribución de la conducta operante, Herrnstein (1970) elaboró un trabajo teórico que llevo la teorización a otro nivel (Herrnstein, 1974). Esta formulación puede ser vista como la base de una postura molar del comportamiento (Baum, 1994; 2002). La ley de igualación se representó originalmente de la siguiente manera (Herrnstein, 1961; 1970):

$$B/B + B_e = R/R + R_e \quad (1)$$

Donde  $B$  representa el tiempo invertido o respuestas emitidas ( $B$  de behavior) ante una fuente de reforzamiento particular y  $R$  ( $R$  de reinforcers) representa una fuente de reforzamiento específica. Los componentes sin subíndice hacen referencia a las respuestas y la fuente de reforzamiento de interés y el subíndice  $e$  en cada componente representan “otras” respuestas y las “otras” fuentes de reforzamiento alternativas (McDowell, 1989). De forma concreta, la frecuencia relativa de las respuestas de interés ante una alternativa es igual a la frecuencia de reforzamiento relativa que provee esa alternativa en un contexto de reforzamiento constante que incluye las otras fuentes de reforzamiento. Una de las implicaciones de dicha expresión es que, ante un continuo de variaciones en la frecuencia de reforzamiento de una alternativa, la frecuencia relativa de respuestas observada para esa opción debería de cambiar de manera proporcional o “igualar” el cambio relativo en la frecuencia de reforzamiento. La suposición del cambio exacto o igualado entre frecuencias relativas de respuestas y reforzamiento es lo que se ha llamado en la literatura como igualación estricta (strict matching) (Davison & McCarthy, 1988; McDowell, 1989).

Es momento de retomar la teorización de Herrnstein (1970). La idea de Herrnstein parte de la ecuación original para describir la ejecución en programas concurrentes, e intenta representar las variables relacionadas con la conducta emitida en un solo operando. Para entender la idea detrás de la famosa “hipérbola de Herrnstein”, se puede comenzar siguiendo el análisis mostrado por McDowell (1989) que parte de la suposición original de

igualación de la Ecuación 1. Si se asume que  $B_e$  son “otras respuestas” adicionales a la clase de respuesta que nos interesa y  $r_e$  representa las otras fuentes de reforzamiento adicionales a la fuente de interés bajo un contexto de reforzamiento constante entonces los denominadores de ambas expresiones pueden entenderse como la frecuencia total de respuestas y la frecuencia total de reforzamiento disponible en un tiempo finito. Si nos interesa predecir la ocurrencia de una sola clase de respuesta, dado un contexto de reforzamiento particular, podríamos realizar algunas manipulaciones algebraicas en la Ecuación 1 para dejar únicamente a  $B$  del lado derecho de la ecuación. Como ya se dijo antes, el denominador del lado izquierdo describe la frecuencia total de respuestas emitida por un organismo en un periodo finito de tiempo. Esta suposición es importante, debido a que implica que lo que un organismo hace en la ontogenia puede ser considerado como una distribución de actividades, en un tiempo finito (Baum, 2010). Dado un tiempo finito, la actividad del organismo solamente cambia en la distribución relativa de tiempo invertido en las “cosas que hace” o en las respuestas que emite ese organismo. Si seguimos esta idea, entonces el denominador izquierdo podría expresarse como  $B + B_e = k$ . Por lo tanto, la Ecuación 1 se podría representar ahora como la siguiente ecuación:

$$B/k = R/R + R_e \quad (2)$$

Donde  $k$  es el agregado de todas las actividades que hace el organismo y es una constante que solo cambia en su estructura relativa. Como queremos despejar  $B$ ,  $k$  puede pasar al otro lado de la igualdad multiplicandose por  $r$ . Al hacer esto, obtenemos la Ecuación 3:

$$B = kR / R + R_e \quad (3)$$

Donde  $k$  es un parámetro libre. En la Ecuación 3,  $B$  cambia como función de  $R$  que se multiplica por el factor de proporcionalidad lineal  $k$  y se divide por el contexto total del reforzamiento (denominador). Esta ecuación tiene la forma de una hipérbola de incremento  $y = a x/x + b$ . Geométricamente, en esta función el grado del incremento estaría gobernado por el valor de  $x$  dado  $a$ . También, es evidente que una hipérbola de este tipo es una curva de incremento negativamente acelerada, lo cual implica que el incremento va disminuyendo hasta llegar a un punto asintótico. Analizando la Ecuación 3, está claro que  $x$  sería  $r$  y  $k$

sería  $a$ , siendo este último un parámetro libre que se estima a partir de una relación funcional obtenida empíricamente. Desde la teoría, este valor ajusta el cambio lineal de  $B$  dado  $R$  y corresponde la asíntota de la curva (Herrnstein, 1970).

Un segundo aspecto es evidente. En la forma básica de la hipérbola  $y = a x/x + b$ , la aceleración está gobernada por el parámetro  $x$  ajustado por  $a$ . Sin embargo, la forma geométrica del crecimiento es afectada por el valor del denominador. El valor del denominador en la expresión geométrica afecta la forma funcional en el incremento de la hipérbola al hacer que el punto en el que la función alcanza el nivel asintótico sea diferente en el continuo de valores de la variable predictora. En la Ecuación 3, tenemos dos parámetros en el denominador. Uno correspondiente al reforzamiento asignado a la opción de interés  $r$ , pero también un parámetro  $r_e$  correspondiente a las “otras” fuentes de reforzamiento. Ambos constituyen el contexto de reforzamiento. Siguiendo la Ecuación 3,  $r_e$  también es un parámetro libre que, en la representación geométrica, sería el parámetro  $b$ . Teóricamente, este parámetro representaría los reforzadores (conjuntados) que ofrecen las otras fuentes de reforzamiento en la situación de análisis. De esta manera, al variar, este parámetro ajusta el contexto de reforzamiento y afecta la manera en que cambia la distribución de respuestas de interés  $B$  cuando se manipula la fuente de reforzamiento de interés  $r$ .

Un ejemplo puede ayudar a comprender el funcionamiento de la Ecuación 3. Imagine una situación donde *todas las respuestas* que un organismo puede emitir ocurren solamente ante *solo dos alternativas* que son las responsables de *todo el reforzamiento*. En un mundo tan simple, la ecuación nos indicaría que el tiempo invertido o respuestas emitidas ante las alternativas  $B_i$  y  $B_o$  (la  $i$  es de alternativa de interés y la  $o$  es de otra alternativa) siempre es el mismo al sumarlo pero que cambia en términos de su estructura relativa (a veces se invierte más tiempo en  $B_1$  que en  $B_2$  y viceversa sin cambiar el resultado de la suma). Sabemos que  $B$  aumentaría o disminuiría al aumentar o disminuir la multiplicación de  $R$  por  $k$ . Sin embargo, el contexto de reforzamiento (denominador) afectaría esta relación. Entre más reforzamiento exista en la otra alternativa, se incrementaría el valor de  $r_e$  y por lo tanto el denominador total de la ecuación. Tomando en cuenta todo lo anterior, en un hipotético estudio paramétrico donde se decide variar  $r$

mientras  $r_e$  se mantiene constante, observaríamos que, al incrementar el reforzamiento, aumentarían las respuestas o el tiempo emitido ante la alternativa en forma de una curva negativamente acelerada que eventualmente llegaría a su punto asintótico. También, observaríamos que, al repetir el estudio con un valor más alto en  $r_e$ , la curva producida tendría una aceleración menos pronunciada y tardaría más en llegar a la asíntota respecto a una curva donde  $r_e$  era menor. El hallazgo de la curva negativamente acelerada ha sido estudiado y comprobado empíricamente por Catania & Reynolds (1968) utilizando programas de intervalo variable. Un conjunto de evidencia ha mostrado apoyo al modelo de hipérbola (de Villiers, 1974; McDowell, 1988). Sin embargo, también hay evidencia que indica resultados inconsistentes o poco claros (Belke & Heyman, 1994; Davison & McCarthy, 1988), sin tomar en cuenta el problema de las unidades de medición de  $r_e$  en situaciones reales (Davison & McCarthy, 1988).

Derivado de los resultados obtenidos en los primeros estudios de elección, la ecuación original que describe la ejecución en programas concurrentes ha sufrido transformaciones. Por ejemplo, dentro de la formulación original, la igualación estricta suponía una relación lineal entre las tasas relativas de respuesta y reforzamiento. En un continuo de variaciones cuantitativas relativas en el reforzamiento por unidad de tiempo, debería de haber una correspondencia en la distribución de respuestas operantes emitidas por el organismo en las fuentes de reforzamiento concurrentes (Davison & McCarthy, 1988). En términos de la evidencia empírica, se esperaría que, al variar sistemáticamente la frecuencia de reforzamiento, se obtendrían valores de tasas relativas que se ajustarían a una línea recta. Esto suponiendo la proporcionalidad de cambio entre el aumento de la variable independiente y el aumento observado de la variable dependiente. Sin embargo, algunos estudios empíricos comenzaron a mostrar que los datos de tasas relativas como función de las variaciones experimentales no mostraban orden aparente con la configuración relativa original (Baum & Rachlin, 1969; Staddon, 1968). La solución para poder ver el orden emergente en los datos fue transformar las tasas relativas de respuestas y reforzamiento originales a razones entre las dos alternativas. ¿Qué tan válida es esta alternativa? La transformación es algebraicamente consistente. A continuación, su desarrollo según la descripción realizada por McDowell (1988). Primero obsérvese la representación original:

$$B/B + B_e = R/R + R_e \quad (1)$$

Podemos tomar el recíproco de lado B correspondiente a las respuestas. Para preservar la igualdad, efectuamos a misma operación del otro lado. Esto da como resultado:

$$B + B_e/B = R + R_e/R$$

Una vez transformada la igualdad en relaciones recíprocas, podemos separar los términos de la siguiente manera.

$$B/B + B_e/B = R/R + R_e/B$$

En la expresión anterior, la razón entre  $B$  y  $B$  y la razón entre  $R$  y  $R$  siempre dan como resultado uno, ya que son razones del mismo valor. Por lo tanto, estas razones podrían cambiarse para llegar a la siguiente expresión:

$$1 + B_e/B = 1 + R_e/R$$

Después, podemos quitar la unidad. Al hacerlo, tendríamos que efectuarlo en ambos lados para preservar la igualdad, de tal manera que:

$$B_e/B = R_e/R$$

Por último, tenemos que recordar que la expresión sigue siendo el recíproco de la versión original. Así que, cambiando a la transformación original, tenemos:

$$B/B_e = R/R_e \quad (4)$$

La Ecuación 4 es la expresión utilizada para expresar la variable dependiente e independiente en los estudios de elección antes mencionados.

Hasta este punto, se ha presentado una versión del modelo de igualación que sigue asumiendo igualación estricta. Al final del apartado anterior, se mencionó que, en los estudios empíricos, se observan desviaciones sistemáticas de la igualación estricta. De hecho, revisiones de la literatura mostraban que un valor de pendiente en regresión lineal por mínimos cuadrados igual a 1 no era el valor normativo (de Villiers, 1974). Baum (1974,

1979) presentó dos análisis en diferentes momentos, sobre los resultados de los diferentes estudios realizados hasta el final de la década de los 70. En sus análisis, ofrecía una gran cantidad de posibles explicaciones para la sub y sobre igualación. En estos análisis, se hacía énfasis en dos componentes centrales en la descripción cuantitativa: un parámetro que indicaba tasa de cambio relativa entre las dos variables y un parámetro que indicaba un sesgo proporcional en el continuo de variaciones realizadas. En la representación original hasta el momento revisada, no hay términos que representen teóricamente las desviaciones que se discuten en literatura mencionada arriba. Estas desviaciones son dos. La primera de ellas implica falta de sensibilidad o una sobre sensibilidad al reforzamiento. Esto sería evidente con el valor de la pendiente de la recta. Por otro lado, también se podría observar un sesgo constante hacia una fuente de reforzamiento particular. Esto se podría observar con un valor específico de la ordenada obtenida en una recta.

Al principio de su análisis, Baum (1974) propone un método para incorporar estos dos factores y cuantificarlos en el modelo de igualación. Se puede comprender el método de análisis propuesto por Baum, partiendo del punto de análisis anterior del modelo donde teníamos razones de respuestas y reforzamiento. Hasta el momento se tenía que:

$$B / B_e = R / R_e \quad (4)$$

Un primer paso sería incorporar la sensibilidad de reforzamiento, descrita anteriormente. De acuerdo con las ideas expresadas en el escalamiento psicológico (Stevens, 1957), una magnitud psicológica podría expresarse con una función de poder con la forma  $y = ax^b$ . En una función de poder, una base variable cambia por medio de un exponente fijo. De esta manera, el incremento o cambio en la base, de acuerdo con el valor de un exponente, determina la tasa de cambio en  $y$ , y estructura la forma final de la función de incremento. Ahora, si se dice que la razón del reforzamiento es la variable responsable del cambio en la razón de respuestas, entonces la razón de reforzamiento es el componente crítico y podría utilizarse en una función de poder como *la base* para poder escalar la sensibilidad. Por lo tanto, el valor obtenido en la razón de fuentes de reforzamiento es *la base* bajo la cual tendríamos que buscar un *exponente* para determinar la forma de mejor ajuste para una función de incremento. Para representar formalmente esta expresión, el primer paso sería poner a la razón de fuentes de reforzamiento en un paréntesis y agregar

un exponente. El exponente sería un parámetro libre, y su valor en conjunto con la base, sería el equivalente a la pendiente en los análisis con líneas rectas de igualación estricta y nos daría una estimación de *sensibilidad de reforzamiento*.

Un segundo momento sería incorporar el sesgo constante. Se debe de recordar que el *sesgo contaste* implica observar una proporción de respuestas cargadas siempre a una opción en el continuo de todos los valores de la VI que describen la relación funcional empírica en un experimento. Como ya se dijo antes, en una función de poder, la base es crítica. Por lo tanto, se puede agregar un segundo parámetro libre para determinar si es necesario cambiar la base original (razón de fuentes de reforzamiento) para explicar una desviación observada en la relación funcional que no pueda ser explicada por el valor de la base original (la razón de reforzamiento obtenida). Este valor agregado tendría que modificar la base, multiplicándola. Al incorporar este valor al modelo, este parámetro representaría el grado de sesgo y también sería un parámetro libre por estimarse en una función empírica. Si se efectúan los pasos anteriores a la representación de razones original se obtendría la Ecuación 5:

$$B_L/B_R = a \left( R_L/R_R \right)^k \quad (5)$$

La Ecuación 5 es usualmente llamada la *ley de igualación generalizada* (Baum, 1973; 1974). En una situación de dos alternativas a cada lado,  $B$  representa el tiempo o las respuestas medidas y  $R$  representa los reforzadores obtenidos. 1)  $B_L/B_R$  es la razón de tiempo o respuestas en las opciones izquierda y derecha 2)  $R_L/R_R$  es la razón de los reforzadores obtenidos en la alternativa izquierda y derecha 3)  $a$  es un parámetro libre que indica un sesgo constante hacía una opción particular y 4)  $k$  es un parámetro libre que indica la tasa de cambio en la razón de respuestas como función de la razón de reforzadores (sensibilidad al reforzamiento) (Grace & Hucks, 2013; McDowell, 1989). De acuerdo con la ley de igualación, la predicción de la razón de las respuestas izquierdas y derechas ( $B_L$  y  $B_R$ ) es una función de poder de la razón de reforzadores en la alternativa izquierda y derecha ( $R_L$  y  $R_R$ ) (Baum, 1974). La razón de reforzamiento, en conjunto con el parámetro  $k$ , determina la tasa de cambio en la razón de respuestas. Para facilitar el análisis, usualmente se prefiere buscar si un modelo lineal más simple es capaz de describir una

relación observada (Motulsky & Christopoulos, 2004). La Ecuación 5 puede ser modificada a una versión lineal, transformando sus componentes en logaritmos (Baum & Rachlin, 1969; Dallery & Soto, 2013; Shull, 1991). Un logaritmo de un número cualquiera es el valor que debería tener un exponente para que, al utilizarse ese exponente respecto de algún número base (10 por ejemplo), diera como resultado el número de interés original. En una transformación de este tipo, los exponentes se vuelven multiplicadores y los miembros que se multiplican en una expresión original se suman (Shull, 1991). Si aplicamos esto a la Ecuación 5 obtenemos:

$$\text{Log} \left( \frac{B_L}{B_R} \right) = k \log \left( \frac{R_L}{R_R} \right) + \log a \quad (6)$$

La Ecuación 6 describe la misma relación que la función de poder expresada en la Ecuación 5 en forma de línea recta. Gracias a esta transformación, se pudo cuantificar dentro del modelo, los dos tipos de desviaciones a la igualdad antes descritos. Eso suponía poder ampliar y explorar el análisis experimental de los posibles factores responsables. Las revisiones de la literatura a lo largo del tiempo han demostrado que la ley de igualdad, como marco teórico, puede describir de manera precisa la distribución operante de las respuestas y tiempo ante las diferentes alternativas en muchos organismos no humanos (Baum, 1979; Davison & McCarthy, 1988; DeVilliers, 1977; Grace & Hucks, 2013; Myers & Myers, 1977).

#### **1.4 Estudios con humanos**

En análisis de la conducta, se asume una generalidad de los principios psicológicos encontrados y estudiados en el laboratorio entre especies (Catania, 1998; Sidman, 1960). Dado el orden encontrado en los hallazgos proporcionados por el condicionamiento operante, se ha llamado la atención a realizar esfuerzos experimentales que se centran en replicar hallazgos básicos encontrados en otras especies en los seres humanos, incluidos los de elección (Baron & Perone, 1982; Mace & Critchfield, 2010). En el caso de los estudios de distribución operante con humanos, se ha hecho esfuerzos sistemáticos (Horne & Lowe, 1993). Sin embargo, los hallazgos han sido divididos, tanto dentro de la literatura, como en

comparación con la literatura animal (Kollins, et al, 1997). Por un lado, existe un grupo de estudios que reportan el fracaso de la ley de igualdad generalizada para describir los patrones de respuesta en humanos. El resultado más común es una sub-igualación severa, (Navarick, et al, 1990; Navarick & Chellsen, 1983; Takahashi & Iwamoto, 1986). Debido a la abundancia de este tipo de hallazgos, Horne and Lowe (1993) alguna vez señalaron que: “los sujetos humanos que muestran igualdad ideal, o tan siquiera una aproximación a ella, son la excepción en lugar de la regla en la literatura” <sup>11</sup> (p. 54). Por otro lado, existe un segundo grupo de estudios donde se ha reportado sensibilidad al reforzamiento con resultados indicando: 1) valores de sensibilidad correspondientes a la igualdad (Baum, 1975; Buskist & Miller, 1981; Conger & Killeen, 1974; Schroeder & Holland, 1969) o 2) igualdad y sobre igualdad (Bradshaw, et al, 1976; Bradshaw, et al, 1981; Bradshaw & Szabadi, 1988; Ruddle, et al, 1979).

¿Qué es lo que causa esta situación? En su discusión sobre las fuentes de sub-igualación con estudios animales, Baum (1979) señalaba que una potencial fuente de variabilidad sistemática en los estudios de elección, ajena a las manipulaciones experimentales, son las diferencias procedimentales entre laboratorios. En el caso humano, este aspecto podría ser parte de la explicación de los resultados divergentes. Aspectos metodológicos importantes como las instrucciones y el tipo de procedimientos a utilizar tienden a ser diferentes de un estudio a otro (Baron & Perone, 1982; Hyten & Reilly, 1992). En los estudios de igualdad hay divergencias importantes entre estudios. La primera de ellas se encuentra en los estudios de Bradshaw & Szabadi (1988). En estos estudios, se utilizaban estímulos discriminativos para señalar cada cambio de frecuencia de reforzamiento en el programa concurrente vigente. La señalización ocurría en un sentido ordinal. Debido a que, en estos estudios, los valores de sensibilidad son cercanos a la unidad, este factor podía ser importante para los explicar la divergencia en los hallazgos reportados. Sobre todo, si se tiene en cuenta que muchos de los resultados de estudios de elección con humanos que se alejan de la igualdad no cuentan con este arreglo (Navarick, Bernstein & Fantino, 1990).

---

<sup>11</sup> human subjects showing ideal matching, or even a close approximation to it, are the exception rather than the rule in the literature”

Otro aspecto es la influencia de la conducta verbal (Skinner, 1957). Se ha demostrado en diferentes contextos que la conducta verbal puede afectar de manera determinante la ejecución de un sujeto en una tarea experimental (Matthews, et al, 1977). Para arrojar luz sobre el papel de estos factores en los estudios de elección con humanos, en el estudio de Horne & Lowe (1993) se realizaron 6 experimentos variando sistemáticamente la presencia del COD, la presencia de estímulos discriminativos por configuración de programa y las instrucciones proporcionadas al participante. Sus hallazgos mostraron 1) un alejamiento marcado a la igualación cuando no había estímulos discriminativos presentes en la situación de elección, 2) una mayor conformidad con la ley de igualación y valores de sensibilidad más cercanos a la unidad en las condiciones donde se proporcionaba información ordinal por medio de los estímulos discriminativos y 3) una relación sistemática de correspondencia entre la ejecución de los participantes (forma de la función y valores de sensibilidad obtenidos) y su descripción verbal sobre su ejecución (clasificada de manera independiente en las categorías 1) sub igualación 2) igualación y 3) sobreigualación).

Posterior a este estudio, se realizó un metaanálisis en el estudio de Kollins, et al, (1997) sobre los estudios de elección operante con sujetos humanos respecto a los estudios animales, así como un análisis de componentes metodológicos específicos. El estudio muestra dos aparentes puntos modales en una distribución de frecuencias de parámetros de sensibilidad obtenidos de los estudios animales, situación reportada y discutida en Baum (1979). Esta distribución es usada para compararla con una obtenida de estudios humanos. La distribución humana, por otro lado, presenta tres clústeres de agrupación del parámetro de sensibilidad (Figura 2 del estudio). De estos clústeres destaca uno cercano a la unidad y otro muy alejado de este valor, correspondiente a sub-igualación. Estos resultados, confirman el estado de la literatura sobre la tendencia a encontrar estos dos tipos de resultados generales en el caso de estudios humanos. Un análisis posterior con gráficos de cuantiles (Tukey, 1977) muestra la marcada sub-igualación humana respecto a los resultados con animales (Figura 3 del estudio). Posteriormente, se hace una comparación por factores metodológicos en términos de los valores de sensibilidad obtenidos (Figura 4) mostrándose que se obtuvieron mejores valores de sensibilidad al reforzamiento con: 1) el uso de otras respuestas diferentes a la presión de botones, 2) el uso de otros reforzadores

diferentes a puntos por dinero, 3) la ausencia de estímulos correlacionados con los programas y 4) los estudios naturalistas respecto a los de laboratorio. Estos resultados parecen ser contradictorios con la evidencia de los estudios reportados anteriormente, sobre todo si se contempla tanto en los estudios de Horne & Lowe (1993) como en los reportados en Bradshaw & Szabadi (1988) usan presiones de botón, puntos y puntos por dinero. Derenne & Baron (1999) realizaron una respuesta directa al anterior estudio, señalando que las aparentes contradicciones emergen del hecho que para la construcción de los gráficos de cuantiles se juntaron, tanto estudios “naturalistas” como estudios de laboratorio. Además, los estudios de laboratorio utilizan distintas combinaciones de componentes metodológicos y no las combinaciones por pares del análisis, lo cual dificulta aún más la interpretación. Los autores reconocen esta situación y remiten al autor a contemplar la evidencia experimental de las fuentes directas.

Un estudio posterior de Madden & Perone (1999) indagó aún más sobre los factores que promueven el desarrollo de sensibilidad en programas concurrentes con humanos. Los autores arreglaron dos pares de programas concurrentes que se alternaban de manera impredecible dentro de una sesión, incluyendo cambios en la posición (izquierda y derecha). Los autores contaron con 3 condiciones: 1) no estímulos discriminativos, 2) respuesta de observación y 3) nombramiento. La condición de observación permitía al sujeto presionar un botón adicional que presentaba estímulos asociados de forma ordinal a cada programa durante 10 segundos, mientras que la condición de “naming” se requería que, al entregarse un reforzador, el sujeto identificara el color asociado al programa en operación. Después de las condiciones, se replicó sistemáticamente la condición de observación y de no estímulo. Los resultados mostraron que, en la condición de no estímulos, los sujetos presentaban sub-igualación. Al pasar a la siguiente fase, solo 1 sujeto adquirió la respuesta de observación, incrementándose su sensibilidad de reforzamiento a sobre igualación. Cuando se pasó a la condición de nombrar, la sensibilidad en los sujetos aumento dramáticamente, manteniéndose la respuesta de observación para la réplica posterior de esta modalidad en los 3 sujetos. Sin embargo, cuando se retiraron los estímulos asociados a los programas, las ejecuciones cambiaron a sub-igualación. Este estudio demostró que, para el desarrollo de la sensibilidad en sujetos humanos, los estímulos discriminativos asociados a los cambios en la frecuencia de reforzamiento son de mucha

importancia. También, este estudio demostró que esta manipulación permitió el tránsito de sub-igualación a igualación y sobre igualación con sujetos humanos, aclarando la importancia de los estímulos discriminativos en el desempeño humano en programas concurrentes.

Los anteriores estudios de ciencia básica permiten presentar un panorama general sobre los hallazgos con humanos en programas concurrentes dentro del AC. La organización molar observada en una línea de ajuste ante distintas variaciones en frecuencia de reforzamiento es el nivel de análisis más general dentro de una dinámica de distribución operante más local (Baum, 2010). El siguiente capítulo tiene como objetivo describir la literatura que desarrolla el análisis a estos niveles. El objetivo es presentar el estado de esa literatura para culminar con una propuesta experimental.

## Capítulo 2. Dinámica de elección operante<sup>12</sup>

A través de los años, la literatura sobre distribución operante ha crecido de manera sustancial (Grace & Hucks, 2013). Como se describió previamente, los hallazgos indican que cuando en un ambiente particular existen dos o más fuentes de reforzamiento, la distribución de conducta operante de un organismo ante esas fuentes está gobernada por variables como la frecuencia, magnitud e inmediatez del reforzamiento (Davison & McCarthy, 1988; DeVilliers, 1977). El estudio experimental de la distribución libre de conducta operante ha permitido conocer de manera precisa la forma en que ocurre el desarrollo de preferencia ante una alternativa de reforzamiento particular. Durante el curso de estas indagaciones empíricas, los hallazgos experimentales dieron pie a la emergencia de un modelo cuantitativo que guía y permite analizar la distribución de la conducta operante de forma cuantitativa: la ley de igualación generalizada (Baum, 1973; 1974, 1989). De acuerdo con la explicación elaborada en el Capítulo 1, la idea básica detrás de la ley de igualación supone que, en un tiempo finito, la actividad total de un organismo se descompone en actividades específicas (distintas operantes), que igualan la frecuencia de reforzamiento que producen ante las distintas fuentes de reforzamiento disponibles en un ambiente (Baum, 2010; 2018; Herrnstein, 1961; 1970). La evidencia muestra que esta igualación se sostiene para las distintas dimensiones de estímulo bajo las cuales se puede analizar una consecuencia contingente a una actividad como la frecuencia, magnitud e inmediatez, del reforzamiento y que estas dimensiones actúan de manera independiente y aditiva (Baum & Rachlin, 1969; Davison & McCarthy, 1988; Logue, et al., 1984). En su conjunto, los resultados experimentales han mostrado la amplia generalidad del fenómeno (Baum, 1973; Davison & McCarthy; Myers & Myers, 1977; Wearden & Burgess, 1982). Actualmente, la ley de igualación generalizada es central en los estudios de elección y es uno de los modelos cuantitativos más utilizados en el análisis de la conducta (Baum, 1981; Dallery & Soto, 2013; McDowell, 1989, 2005; Shull, 1991; Wearden & Burgess, 1982)

---

<sup>12</sup> Parte de este capítulo se encuentra publicado. Ruiz, D., Cepeda, M., Vega, Z. y Escobar, R. (2021). Dinámica de elección operante: origen y síntesis de la literatura. *Acta Comportamental*, 29(1), 163-181. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/acom/article/view/78787/69672>

Recientemente, un cúmulo de investigaciones se ha centrado en entender las características más básicas de la igualación (Baum, 2018, Cowie & Davison, 2016; Davison & Baum, 2000; Grace & Hucks, 2013). Concretamente, se pretende orientar los esfuerzos a preguntas fundamentales como: ¿Qué es lo que origina la igualación? En tratar de responder este cuestionamiento, la literatura actual se ha centrado en entender la emergencia de la igualación por medio del estudio de la dinámica de elección o el proceso conductual que ocurre durante la transición entre una variación ambiental hasta la estabilidad conductual en un experimento de elección (Baum, 2010, 2018). El propósito de este capítulo es describir y discutir de manera general y breve los hallazgos que se han producido en esta literatura para dar pie a los experimentos realizados en esta tesis.

### **2.1 La visión molar de la interacción organismo-ambiente.**

El origen de los esfuerzos experimentales que se describirán en los siguientes apartados forma parte de una forma de ver entender la conducta surgida en el análisis del comportamiento. Esta nueva visión ha sido denominada la visión molar multiescala del comportamiento, en contraposición de la visión clásica, denominada molecular (Baum, 1989; 2002; 2018a). La distinción molar y molecular tiene que ver con supuestos ontológicos y epistemológicos acerca del comportamiento (Baum, 2013). A continuación, una síntesis.

Baum (2018b) propuso tres leyes básicas para entender el comportamiento desde una visión molar. La ley de la distribución, la ley de la inducción, y la ley de la covariación. *La ley de la distribución* señala que la distribución relativa del tiempo que un organismo invierte en una actividad iguala la distribución del valor de esa actividad en relación con el valor total de todas las actividades disponibles. *La ley de la inducción* señala que ciertas consecuencias son eventos filogenéticos importantes para un organismo (EFI o Phylogenetic Important Events PIEs por sus siglas en inglés) y que estas consecuencias inducen (producen) comportamientos filogenéticamente relacionados con el EFI. El EFI corresponde a lo que se ha llamado reforzador o castigador a nivel funcional, por lo que la actividad operante también se induce como función de la correlación entre esta actividad y el EFI. Por último, *la ley de covariación* señala que, en contraposición a la noción de la contigüidad de las consecuencias como determinante principal del responder de un

organismo, es la correlación entre eventos extendida en el tiempo la que da emergencia a las características interactivas que observamos entre un organismo y su ambiente. Lo anterior, implica que, si un estímulo se correlaciona en el tiempo con un EFI, el estímulo inducirá las actividades generadas por el EFI y que la correlación entre el EFI y el comportamiento de un organismo hace que este último se vuelva comportamiento inducido por el EFI (Baum, 2018b)

De acuerdo con Baum, una característica que da contexto a las leyes anteriores y que distingue a una postura molar es que: “conlleva la connotación de agregado o extendido, y la visión molar está basada en el concepto de patrones de comportamiento agregados y extendidos.”<sup>13</sup> (p.95). Lo anterior implica que la conducta que observamos en un momento en el tiempo es resultado de un patrón extendido en tiempo con los EFI y eventos asociados a EFIs. Los eventos se agregan como colecciones de eventos y producen un equilibrio entre la conducta del organismo y los acontecimientos ambientales. Debido a que la conducta se extiende en el tiempo, se dice que tiene la propiedad de *escala* (Baum, 2018<sup>a</sup>). Dependiendo de en qué unidades de tiempo analicemos la conducta, podríamos encontrar diferentes patrones de comportamiento que contribuyen un análisis general y global de la interacción. Un ejemplo es suficiente para comenzar a entender la repercusión del concepto de escala. Cuando se hace un análisis funcional de una situación, el énfasis principal del investigador es identificar las *contingencias de reforzamiento* presentes en una situación (Skinner, 1953). Se podría pensar en una relación de contingencia como el conjunto de elementos necesarios para poder hablar de una operante discriminada. Identificar estos elementos podría llevar a comprender la ocurrencia de ciertas actividades en un momento particular. Sin embargo, ¿Qué eventos en el tiempo se tienen que considerar? Dependiendo del nivel de análisis que se quiera lograr, se podrían contemplar, desde circunstancias relativamente generales, hasta situaciones muy específicas. Lo que cambiaría la especificidad es el nivel de análisis de las ocurrencias conductuales en el tiempo. Así, por ejemplo, un investigador podría entender los eventos antecedentes y consecuentes que mantienen la respuesta de golpear una pared en una situación particular, pero también se podría identificar este patrón conductual dentro de una clase de respuestas

---

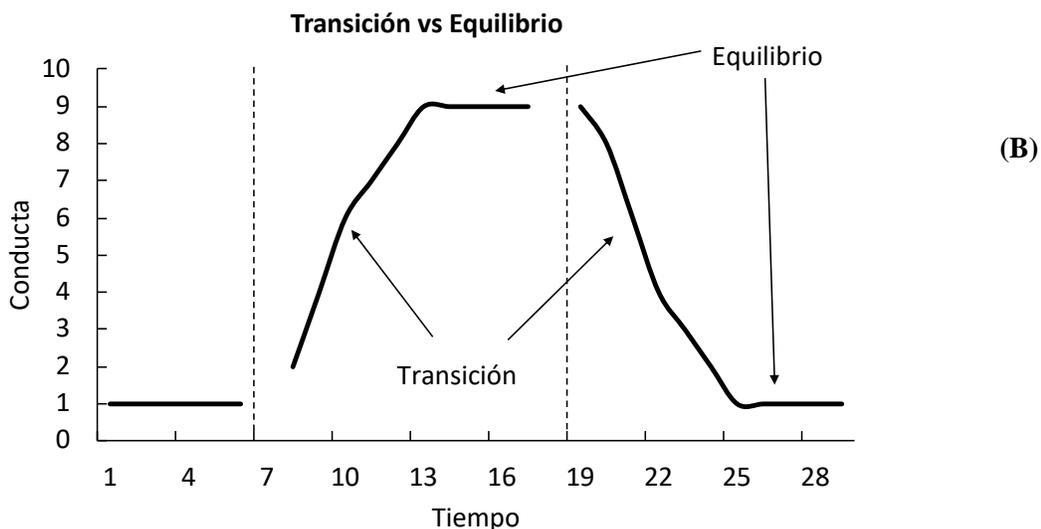
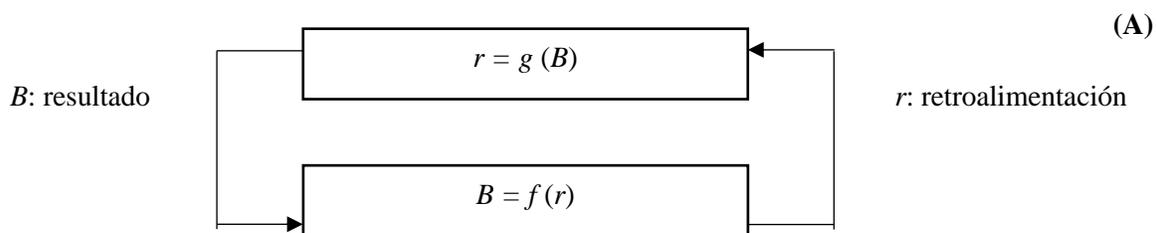
<sup>13</sup> molar carries the connotation of aggregation or extendedness, and the molar view is based on the concept of aggregated and extended patterns of behavior

más global, denominada genéricamente como “conducta agresiva”, en ciertos momentos del mes en una persona. Un análisis molar admite un análisis a diferentes escalas temporales (Baum, 2018), por lo que podríamos analizar el patrón de ocurrencia de los episodios de conducta agresiva a través del mes, pero también podríamos descender a un nivel más local y entender como un episodio específico de conducta agresiva evoluciona, momento a momento, como función de las consecuencias que va produciendo.

En el AC, se asume una interacción constante entre el organismo y el ambiente, donde un organismo afecta a su ambiente y los cambios en el ambiente también lo afectan (Fester & Skinner, 1957). Este proceso podría identificarse como un continuo de cambios identificables entre las variaciones en alguna dimensión de una clase de respuesta y las variaciones entre determinadas dimensiones ambientales. Una de las propuestas conceptuales que permiten comprender los resultados de la literatura actual en elección bajo un marco teórico consistente es la propuesta de la interacción del organismo-ambiente como una función de retroalimentación (Baum, 1989, 2010). La lógica de esta derivación parte directamente del núcleo epistemológico del condicionamiento operante. La tradición metodológica utilizada en el análisis experimental de la distribución operante y, en general, en el análisis de la conducta, parte de los diseños intrasujeto (Sidman, 1960; Skinner, 1990). Uno de los componentes clave de esta estrategia es la lógica de un estado estable (Johnston & Pennypacker, 1993). Se busca observar un estado estable exponiendo de manera repetida a un organismo a una configuración ambiental particular (Barlow, Nock & Hersen, 2009; Sidman, 1960). Al observarse la ausencia de variación pronunciada o la presencia de incrementos o decrementos sistemáticos a lo largo de las sesiones en la variable dependiente, se dice que se observa un estado estable (Bourret & Pietras, 2013; Johnston & Pennypacker, 1993; Perone, 1991; Perone & Hursh, 2013). Desde una postura molar, la descripción cuantitativa de una relación entre estos dos componentes es conocida como una *función de retroalimentación* (Baum, 1973, 1989). Baum (1973; 1981; 1989; 2010). El análisis sostiene que una función de retroalimentación es un sistema cerrado donde la entrada (input) ambiental y el resultado conductual (output) fluyen de manera continua Baum (1989; 2010) (Figura 1, Panel A).

**Figura 1.**

*Interacción organismo-ambiente como una función de retroalimentación.*



*Nota.* El panel A muestra un esquema adaptado al español de Baum (1989). El esquema muestra la estructura genérica de una función de retroalimentación. El panel B muestra un cambio conductual al variarse las condiciones ambientales. Cada segmento dividido por una línea punteada vertical, el cual representa un cambio ambiental. El esquema es recuperado de Baum (2010).

En el marco de análisis de esta propuesta, podemos analizar parte de la función de retroalimentación a partir de la suposición básica de relación funcional discutida en análisis de la conducta:  $B = f(r)$  donde  $r$  podría representar, por ejemplo, la frecuencia de reforzamiento y  $B$  la conducta emitida por el organismo medida en frecuencia de respuestas emitidas. Si entendemos la interacción como una función de retroalimentación, entonces una imagen completa emerge cuando se contempla  $r = g(B)$ . En específico, esta representación reconoce como la actividad de un organismo introduce cambios sistemáticos en su ambiente. En consecuencia, esta función permitiría entender en qué tipo de ambiente

interactúa el organismo sujeto de estudio, revelando el efecto mutuo de ambas variables para comprender de forma integral la interacción.

De acuerdo con el análisis anterior, el orden observado en la conducta bajo una configuración ambiental no puede ser entendido como el análisis de momentos discretos dentro del continuo en la ontogenia, sino que un momento particular forma parte de patrones de actividad más generales, extendidos en tiempo. Si partimos de la idea de la entrada ambiental y la salida conductual son una función continua, entonces la generalidad e invarianza de un patrón de respuesta observado bajo ciertas condiciones ambientales puede verse como un estado de equilibrio en el sistema (Baum, 2010). Un ejemplo concreto se puede ilustrar a partir de la Figura 1, panel B. Alguna dimensión de la conducta operante de un organismo es observada durante seis sesiones para determinar sus niveles operantes en línea base. Al no observar tendencia y variación pronunciadas, se presume estabilidad (equilibrio en el sistema) y se procede a introducir una variación ambiental (alteración del equilibrio). El resultado inicial de esta manipulación es variabilidad y tendencia pronunciadas (cambio inicial en la salida). Al pasar las sesiones, sin embargo, se observa que la dimensión de la operante observada alcanza niveles asintóticos, estando ausentes una tendencia y variaciones pronunciadas (nuevo equilibrio). Por último, se procede a regresar a las condiciones de línea base para evaluar la validez interna de la manipulación (nueva alteración del equilibrio). De nuevo, se puede observar una transición en la dimensión evaluada que finalmente llega a los niveles de línea base previos (nuevo equilibrio).

Ejemplos específicos se puede encontrar en los patrones de responder observados bajo los diferentes programas de reforzamiento en estado estable. Dichos patrones son resultado de arreglar diferencialmente el reforzamiento ante ciertos requisitos temporales o de la respuesta y son alcanzados a través de varias sesiones. Por ejemplo, si en el contexto de estudio del reforzamiento condicionado se delimita que existe un estado estable bajo algún criterio absoluto o relativo utilizando un programa múltiple Mult RF-IV, se podría realizar una manipulación ambiental (Mixto RF-IV) para estudiar los efectos de esta nueva condición. Sin embargo, la estrategia de estado estable sería tomar las últimas sesiones bajo la nueva variación experimental para valorar su efecto en la conducta. El tránsito entre el cambio entre un programa múltiple a uno mixto reflejaría como se altera el equilibrio

observado inicialmente en el sistema. Usualmente, el patrón de variación resultante en las respuestas es lo que se ha denominado en AC como estado de transición (Perone, 1991; Sidman, 1960). Sin embargo, ¿qué ocurre a nivel conductual durante la transición o el desequilibrio en el sistema? ¿Será posible entender el estado de equilibrio conductual a partir de entender la transición o el camino al equilibrio? Se ha propuesto que el análisis de la conducta en transición hacia el equilibrio revelaría las características del ajuste conductual que ocurre en el sistema momento a momento para alcanzar de nuevo un equilibrio (Baum, 2010, Mazur, 1992). Esta idea ha sido llevada al análisis de la distribución de la conducta operante. En un experimento de elección estándar cada punto de información que conforma una relación de igualación es un estado estable. Por lo tanto, el resultado final de un experimento no sería más que el resultado de alcanzar múltiples estados estables ante las variaciones en la frecuencia de reforzamiento. Si el interés es el equilibrio (igualación) entonces quizá podríamos comprender su génesis a partir de generar, estudiar y comprender la transición de la elección, comúnmente referida como la dinámica de elección.

## 2.2 Primeros estudios de la dinámica de elección

El comienzo del estudio de la dinámica de elección tiene su origen en la indagación sobre las posibles causas de la sub-igualación (undermatchig) o un cambio inferior en las razones de respuesta dado un cambio en las razones de reforzamiento (Baum, 1973, 1974; Staddon, 1968; 1972). Davison y Hunter (1979) partían de la idea que la sub-igualación podría ser causada por la influencia residual de las sesiones previas. Los autores variaron la frecuencia de reforzamiento, fijando en seis sesiones cada condición para evaluar el arrastre de sesiones previas. Solo se permitieron más sesiones y estabilidad bajo un criterio relativo en cada operando en condiciones de extinción. Davison y Hunter (1979) utilizaron una versión multivariada de la ley de igualación generalizada logarítmica (Baum, 1974; Baum & Rachlin, 1969) la cual se muestra en la Ecuación 7.

$$\log\left(\frac{B_L}{B_R}\right) = k \log\left(\frac{R_{Ln}}{R_{Rn}}\right) + k \log\left(\frac{R_{L(n-1)}}{R_{R(n-1)}}\right) \dots + k \log\left(\frac{R_{L(n-9)}}{R_{R(n-9)}}\right) + \log a \quad (7)$$

En esta ecuación,  $n$  representa la sesión actual. Por lo tanto,  $n-1$  hace referencia a la frecuencia de reforzamiento obtenida en la sesión pasada y así sucesivamente. Esta versión multivariada permite estimar la sensibilidad al reforzamiento contemplando como predictores, tanto la razón de reforzamiento de la sesión actual, como las razones de reforzamiento de sesiones pasadas. Davison y Hunter (1979) descubrieron mediante el análisis multivariado que la razón de reforzamiento previa a la de la sesión actual ejercía un control menor, el cual se desvanecía conforme progresaban las sesiones. Sin embargo, también encontraron que, con tan solo seis sesiones, las estimaciones de sensibilidad al reforzamiento de la sesión actual presentaban valores que comenzaban a acercarse al rango de valores obtenibles en un estado estable.

En un estudio posterior, Hunter y Davison (1985) dieron seguimiento a los hallazgos previamente descritos. En su estudio, introdujeron un procedimiento que utiliza una secuencia binaria pseudoaleatoria para arreglar cambios entre los lados de las fuentes de reforzamiento. Esta técnica tenía como objetivo generar una secuencia que hiciera impredecible el cambio de lado de los programas individuales que conformaban un programa concurrente de intervalo variable (concurrente IV-IV) a lo largo de 32 pasos o sesiones. Los autores utilizaron un programa base IV-60s IV-240s. En cada sesión, el lado al que correspondía cada valor cambiaba de manera aleatoria de acuerdo con los pasos producidos por la secuencia binaria. Un aspecto que resaltar en este estudio es que se estudiaron los efectos de la frecuencia del reforzamiento en las razones de respuesta bajo una lógica metodológica y de análisis de datos basada en la teoría de sistemas. El análisis se realizó utilizando una función de respuesta-impulso para representar los datos. El análisis empleado permitió estimar que solamente se necesitaban de 3 a 5 sesiones para alcanzar valores de sensibilidad al reforzamiento cercanos al 96% del valor obtenido típicamente en estado estable.

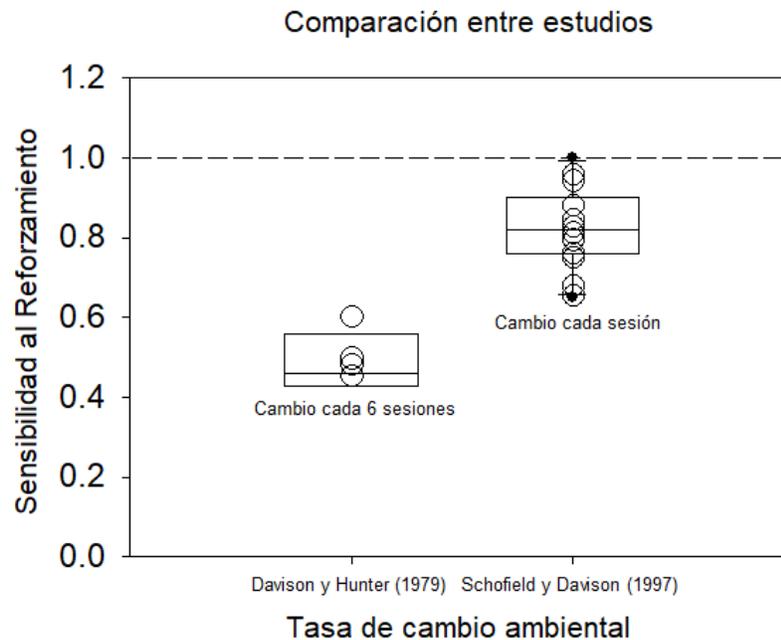
Schofield y Davison (1997) realizaron un estudio posterior utilizando la secuencia binaria pseudo aleatoria. En dos experimentos, variaron la frecuencia de reforzamiento y el uso programas concurrentes independientes y dependientes en los valores de sensibilidad obtenidos. Los autores volvieron a utilizar la transformación multivariada de la ley de

igualación generalizada, representada en la Ecuación 7, para analizar sus resultados. Se descubrió que los valores de sensibilidad al reforzamiento obtenidos en tan solo una sesión eran muy cercanos a los alcanzados en procedimientos de estado estable, tanto en razones de respuestas, como para las razones de tiempo que se invierte respondiendo. También, los autores notaron que la influencia de sesiones pasadas decrementaba aún más cuando se variaba la frecuencia del reforzamiento sesión a sesión. Por último, se destacó que no hubo diferencias en el tipo de programa a utilizar (dependiente o independiente) y que las razones de respuesta tendían a ser más extremas al aumentar la diferencia en la razón de reforzamiento programada.

En su conjunto, los resultados experimentales derivados de estos estudios parecían indicar que la velocidad de cambio ambiental estaba relacionada con la velocidad de desarrollo de la preferencia. La Figura 2 muestra una comparación entre los valores de sensibilidad terminales obtenidos en el estudio de Davison y Hunter (1979) y el estudio de Schofield y Davison (1997). La comparación se enfoca en las estimaciones de los valores de sensibilidad al reforzamiento tomando a la razón de reforzamiento de la sesión en turno como único predictor. Mientras que en el estudio de Davison y Hunter (1979), el valor promedio de los datos individuales es 0.48 cuando la frecuencia al reforzamiento variaba cada seis sesiones, el promedio de los valores individuales reportado por Schofield y Davison (1997) en su primer experimento en la tercera secuencia de cambios en frecuencia al reforzamiento cada sesión es de 0.82.

**Figura 2.**

*Comparación entre los resultados de Davison y Hunter (1979) y Schofield y Davison (1997)*



*Nota.* Los datos del cambio cada seis sesiones fueron retomados de los valores individuales reportados en la tabla 2 del estudio de Davison y Hunter (1979). Los datos del cambio cada sesión, fueron recuperados de Schofield y Davison (1997) de la tercera y última aplicación de la secuencia pseudoaleatoria. Los puntos son valores individuales. La línea punteada indica igualación perfecta (1.0).

Los resultados parecían indicar que, a mayor frecuencia de cambio ambiental, se desarrollaba más rápidamente la sensibilidad al reforzamiento. Este fenómeno era atípico e inesperado, ya que las revisiones de la literatura reportaban que se necesitaba de entre 10 a 20 sesiones de 40 minutos a 1 hora para alcanzar los valores cercanos a la igualación estricta (1.0) (Davison & McCarthy, 1988; deVilliers, 1977). Los anterior apuntaba a la necesidad de conocer la dinámica de cambio conductual dentro de una sola sesión para encontrar las respuestas a la incógnita de la rápida adquisición y arrojar luz al origen de la igualación como resultado conductual.

El trabajo de Bailey y Mazur (1990) siguió esta línea de análisis. Los autores evaluaron el cambio de preferencia, momento a momento, al variar la frecuencia de reforzamiento. Se utilizó un procedimiento de ensayo discreto. Técnicamente, el

procedimiento consistía en un programa concurrente de razón aleatoria discretizado con una estructura similar a un programa concurrente dependiente que asigna reforzamiento de acuerdo con una probabilidad específica (Stubbs & Plitskoff, 1969). Había dos variantes de este programa. En la primera variante, se utilizaba un solo programa de reforzamiento probabilístico para asignar valores a los dos operandos, dando con resultado la misma probabilidad de reforzamiento en ambos. En la segunda variante, un programa específico operaba para cada operando, donde  $\phi_1$  era el programa con mayor frecuencia de reforzamiento y  $\phi_2$  era el programa que tenía menor frecuencia de reforzamiento (notación de los autores). Cada ensayo era separado por un intervalo entre ensayos de 1 segundo. Una sesión contaba con 600 ensayos. Al variarse la frecuencia de reforzamiento a largo de las diferentes fases del estudio, se utilizaba una secuencia específica para la ocurrencia de las variantes de los programas: la primera variante del programa ocurría por dos sesiones, después ocurría una sesión de transición entre la primera y la segunda variante y, por último, ocurrían cuatro sesiones de la segunda variante. En el estudio, se manipuló la diferencia en frecuencia de reforzamiento, variando  $\phi_1$  y  $\phi_2$ . Los autores encontraron que, en condiciones de transición, las razones de respuesta presentaban un cambio gradual hacía el lado más favorable (con mayor frecuencia de reforzamiento) a lo largo de bloques de entrega de reforzadores. Por otro lado, se encontró que las razones de respuestas presentaban una transición más rápida hacía el lado favorable cuando la diferencia en reforzamiento relativo en una manipulación era más amplia. Por último, se encontró que la entrega de un reforzador en una alternativa elevaba la frecuencia de respuesta de manera pronunciada ante esa opción por un par de ensayos.

Este estudio fue seguido por los trabajos de Mazur y Ratti (1991) y Mazur (1992). En estas dos investigaciones, se adaptó el procedimiento a una modalidad de operante libre o de respuesta sin restricción (Johnston & Pennypacker, 1993; Perone, 1991; Perone & Hursh, 2013; Sidman, 1960; Skinner, 1990). En ambos estudios, se encontró que aumentar la diferencia en reforzamiento relativo entre alternativas permitía una adquisición más rápida de la preferencia. De entre los hallazgos reportados, uno muy importante fue la forma funcional de la curva de adquisición de la preferencia. Los autores descomponían la sesión en bloques de ensayos o entregas de un reforzador. De esta manera, se encontró que la forma general de la función de adquisición se asemejaba a una curva negativamente

acelerada. El desarrollo gradual de la preferencia hacía una fuente con mayor frecuencia de reforzamiento sugería que la entrega de reforzamiento tiene un efecto aditivo en la preferencia y, por lo tanto, en el desarrollo de la sensibilidad al reforzamiento. También, se demostró que los patrones de adquisición obtenidos con ensayos discretos y operante libre parecían ser los mismos. En síntesis, los estudios anteriores comenzaban a brindar una imagen más clara de lo que ocurría en la dinámica de elección. Por otro lado, los análisis realizados hasta ese tiempo en la literatura comenzaban a ofrecer la oportunidad de estudiar los cambios conductuales en una escala más local, favoreciendo el análisis cuantitativo (Baum, 1989; Bush & Mosteller, 1955) a la par del análisis visual (Bourret & Pietras, 2013).

### **2.3 Análisis multiescala de la dinámica de elección.**

Lo que había comenzado como la búsqueda de los determinantes de la sub-igualación había permitido el descubrimiento de patrones de comportamiento que podrían ser la base para contestar preguntas fundamentales sobre el origen y la naturaleza de la igualación. Los procedimientos desarrollados comenzaban a abrir la posibilidad de un análisis de la dinámica de elección a un nivel cada vez más local con el objetivo de comprender el orden de la igualación molar (Baum, et al., 1999; Schofield & Davison, 1997). Davison & Baum (2000) realizaron un estudio determinante en el análisis de la distribución operante dirigido en esta dirección. En su investigación, adaptaron un procedimiento utilizado por Belke, & Heyman (1994) donde se programaban cambios de las razones de reforzamiento dentro de una sesión en las diferentes fuentes disponibles para probar la heurística y el grado de ajuste del modelo hiperbólico (Herrnstein, 1970) para analizar la ejecución en un solo operando. El procedimiento de Davison & Baum (2000) quedó de la siguiente manera: en una sesión, se variaba la frecuencia de reforzamiento, presentando siete programas concurrentes de intervalo variable diferentes. Un programa concurrente era referido como un “componente”. Cada componente, arreglaba una proporción de razón de reforzamiento diferente en cada lado de la cámara. Se utilizaron las siguientes proporciones de frecuencia de reforzamiento para cada componente: 7:1, 9:1,

3:1, 1:1, 1:3, 1:9 y 1:27. El inicio de cada componente estaba separado por un apagón de la cámara de 10 segundos, en un afán por reducir el arrastre entre componentes (Baum, et al., 1999; Schofield y Davison, 1997). Cada componente, duraba la entrega de un determinado número de reforzadores. Los autores variaron, tanto la duración del componente (4, 6, 8, 12) como la frecuencia absoluta del reforzamiento (2.2 y 6 reforzadores por minuto). Los resultados de Davison y Baum (2000), así como los estudios posteriores que han utilizado el procedimiento, han sido sorprendentes. A continuación, una breve síntesis de los hallazgos.

Un primer análisis, se centró en el cambio del logaritmo de las razones de respuesta obtenidas entre reforzadores sucesivos. Davison y Baum (2000) descubrieron que los logaritmos de las razones de respuesta presentaban una transición gradual al lado más favorable con la entrega sucesiva de reforzadores. Este resultado era consistente con los estudios previos que describían este mismo patrón de cambio (Bailey & Mazur, 1990; Mazur & Ratti, 1991; Mazur, 1992), aunque bajo el procedimiento de Davison y Baum (2000) el cambio ocurría de manera más rápida y con cada entrega individual de un reforzador. Además, se demostró que entre más larga era la duración del componente, se alcanzaba una razón más extrema hacía el lado con más densidad de reforzamiento (Davison & Baum, 2000; Baum & Davison, 2014). También, se observó que a mayor diferencia entre la razón de reforzamiento programada a cada lado de una condición dentro de una sesión se observaba una transición más pronunciada hacía el lado más favorable. Finalmente, se demostró que la transición de las razones de respuesta al lado más favorable covaría positivamente con el aumento en el rango de variación de la frecuencia relativa de reforzamiento programada en las razones de reforzamiento presentadas al organismo durante una sesión (Aparicio & Baum, 2006; Landon y Davison, 2001, Rodewald, et al., 2010).

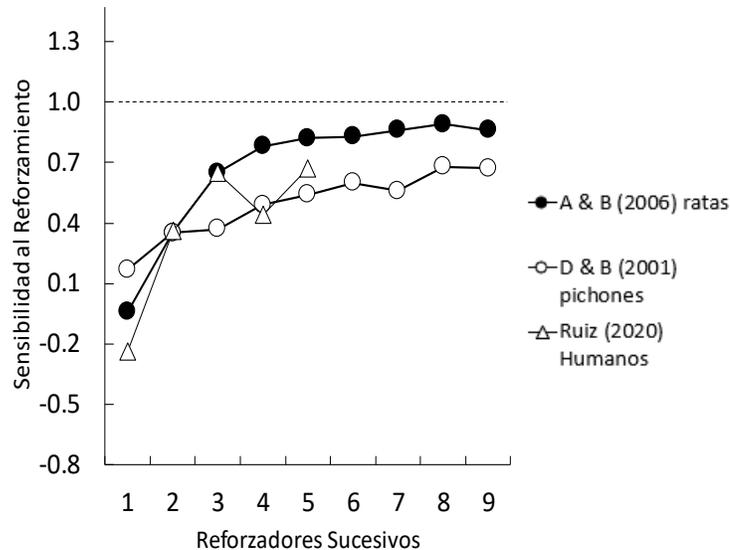
Un análisis muy importante fue en términos de la sensibilidad al reforzamiento obtenida en las diferentes investigaciones disponibles. El análisis principal consiste en conjuntar los datos de las últimas sesiones obtenidas para estimar la sensibilidad al reforzamiento entre entregas de reforzadores, obteniendo un valor de sensibilidad por cada entrega sucesiva. Esto es posible utilizando la ley de igualación generalizada logarítmica

representada en la Ecuación 1 para las razones logarítmicas de respuesta y reforzamiento obtenidas. Davison y Baum (2000) demostraron que, para cada sujeto, la sensibilidad al reforzamiento incrementaba conforme se entregaban los reforzadores. El nivel asintótico para la frecuencia absoluta de reforzamiento baja (2.22 reforzadores por minuto) alcanzaba un valor de 0.6 cuando el componente duraba más (12 reforzadores). Por otro lado, los niveles de sensibilidad al reforzamiento alcanzaban valores de hasta 0.8 cuando la frecuencia absoluta de reforzamiento era alta (6 reforzadores por minuto) y el componente era el más largo. La forma de las curvas resultó en funciones negativamente aceleradas. A pesar de que el resultado final se encontrase en niveles de sub-igualación, con tan solo la entrega de 10 reforzadores, la sensibilidad al reforzamiento incrementa hasta niveles cercanos a la igualación estricta (1.0). Si se considera en conjunto los hallazgos descritos sobre la transición de los logaritmos de las razones de respuesta y el desarrollo de la sensibilidad al reforzamiento, los resultados vienen a confirmar la suposición de que la velocidad del desarrollo de sensibilidad al reforzamiento es una función de la rapidez en la tasa de cambio ambiental (Aparicio, 2008; Baum, 2010, Baum & Davison, 2014; Cowie & Davison, 2016; Grace & Hucks, 2013; Rodewald, et al., 2010).

La Figura 3 muestra una comparación de las curvas de sensibilidad al reforzamiento obtenidas en estudios en los que se han utilizado pichones (Davison y Baum, 2000), ratas (Aparicio y Baum, 2006) y humanos (Experimento 1 de esta tesis, modalidad de presión de botón). Los datos del estudio son medianas y la serie de tiempo no tiene la misma longitud debido a que la duración de cada componente fue de cinco reforzadores (cf. Krägeloh, et al., 2010). Al observar la figura, se puede apreciar la amplia generalidad de la forma funcional de las funciones de incremento de sensibilidad al reforzamiento como función de la entrega sucesiva de reforzadores en los diferentes estudios empíricos.

**Figura 3.**

Sensibilidad al reforzamiento como función de la entrega sucesiva de reforzadores.



*Nota.* Los datos han sido recuperados del estudio de Davison y Baum (2000), Aparicio y Baum (2006) y Ruiz Experimento 1, modalidad presión de botón. Los datos de este último estudio son las medianas de los datos individuales. La línea punteada indica igualdad perfecta.

Estudios posteriores se dedicaron a evaluar el efecto de algunos factores que hacen que la dinámica de elección cambie. Por ejemplo, el estudio realizado por Krägeloh & Davison (2003) evaluó los efectos de agregar estímulos discriminativos a las fuentes de reforzamiento disponibles durante un componente utilizando el mismo procedimiento dinámico de Davison y Baum (2000). Bajo esta variación se encontró que: 1) el desarrollo de preferencia no dependía de la entrega de los reforzadores sucesivos, ya que los logaritmos de las razones de respuesta favorecían la alternativa más favorable desde el comienzo de un componente y 2) los valores de sensibilidad al reforzamiento no presentaban la forma característica de incremento, siendo funciones con poca pendiente y comenzando con valores de sensibilidad relativamente altos.

La influencia de una razón de reforzamiento pasada en la situación actual también fue evaluada bajo este procedimiento de cambio dinámico. Davison y Baum (2000)

evaluaron la influencia de componentes previos en la sensibilidad al reforzamiento observada durante un componente utilizando la Ecuación 7:

$$\log\left(\frac{B_{Li}}{B_{Ri}}\right) = k_{pi} \log\left(\frac{R_{Lp}}{R_{Rp}}\right) + k_{ci} \log\left(\frac{R_{Lc}}{R_{Rc}}\right) + \log a \quad (8)$$

Donde  $p$  hace referencia al componente previo,  $c$  hace referencia al componente actual e  $i$  hace referencia al orden del reforzador en un componente. Los resultados del análisis de Davison y Baum (2000) revelaron que la influencia del componente previo respecto a la razón de respuestas al iniciar un componente (previo a la entrega de un reforzador) fue de entre 0.12 a 0.16 unidades logarítmicas. Los autores hipotetizaron que probablemente un mayor tiempo entre componentes (señalado con un apagón en la cámara) podría reducir el efecto de arrastre. Davison y Baum (2002) variaron la duración del apagón que separaba a los componentes que ocurrían dentro de una sesión en un rango de valores de 1s a 120s. Se demostró que: 1) el efecto de arrastre desaparecía conforme ocurría la entrega de los reforzadores sucesivos y 2) el arrastre se reducía de manera monotónica con un incremento en la duración del apagón. El observar que el efecto del componente previo desaparecía conforme se entregaban los reforzadores del componente actual con una forma negativamente desacelerada llevó a los autores a considerar si esta era la misma forma funcional de pérdida de influencia que ocurría durante el apagón de la cámara. Un segundo experimento comparó la disminución de la preferencia bajo condiciones de extinción vs apagón. Se demostró que las curvas de pérdida de preferencia para ambas condiciones eran funcionalmente equivalentes.

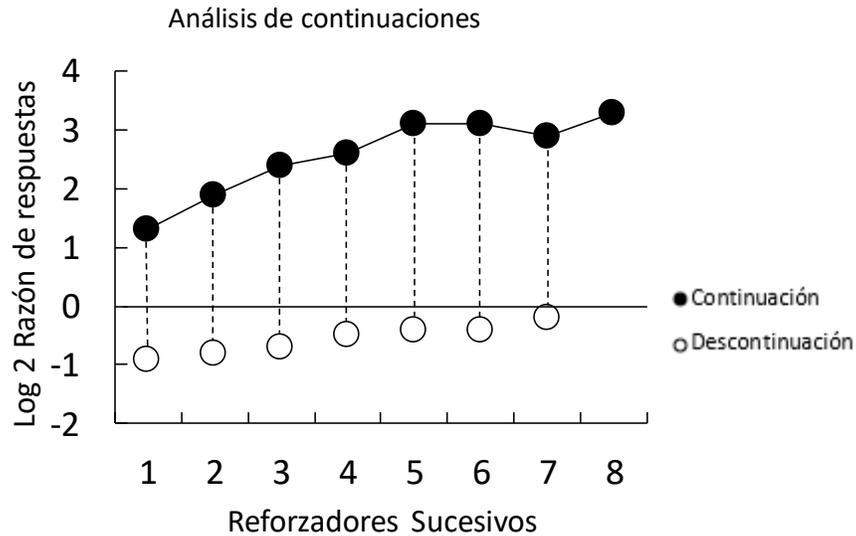
¿Cuál es el efecto de un reforzador individual en el desarrollo de la preferencia? Uno de los análisis que han permitido estimar este efecto es el análisis de continuidades y discontinuidades, mejor conocido en la literatura como las “gráficas de árbol” (Baum, 2010, Cowie & Davison, 2016). El análisis es como sigue: A partir de una muestra de varias sesiones, se calculan distintas secuencias de entrega de reforzadores a partir de las cuales se estima el logaritmo de la razón de respuesta conjuntado para cada posibilidad. Por ejemplo, al entregarse el primer reforzador en el lado izquierdo se calcularía la razón

logarítmica conjuntada (uniendo los datos de todos los componentes). Posteriormente, se podría calcular dos secuencias, a saber: 1) una “continuidad” o una entrega adicional en el lado izquierdo (IZ, IZ) o 2) una “discontinuidad” o entrega del reforzador en el lado derecho (IZ, DER). Al transcurrir la entrega sucesiva de reforzadores, es posible calcular las razones logarítmicas conjuntadas producidas ante las distintas secuencias para estimar los efectos de la entrega de los reforzadores de acuerdo con las secuencias producidas (Baum & Davison, 2004). Un caso de este tipo de análisis es recuperado del trabajo de Baum & Davison (2004) y mostrado en la Figura 4. El análisis fue readaptado utilizando solamente la condición 11, la cual presentaba 12 reforzadores por componente, 6 reforzadores por minuto y una demora al cambio de 2 s.

En la Figura 4 se puede observar como las continuaciones (reforzadores entregados a la alternativa izquierda) hacen que el logaritmo de las razones de respuesta se dirija al lado favorable. Sin embargo, basta la entrega de un reforzador en el lado contrario para cambiar de manera abrupta la preferencia hasta niveles que superan la indiferencia y se encuentran en la preferencia por la otra opción (Aparicio y Baum, 2006; Baum & Davison, 2004, 2014, Davison & Baum, 2000, 2002, Landon & Davison, 2001).

**Figura 4.**

Logaritmo base 2 de las razones de respuesta izquierda/derecha como función de la entrega sucesiva de reforzadores.



*Nota.* Los círculos negros son continuaciones y los círculos blancos descontinuaciones. Los datos han sido recuperados de la condición 11 del estudio Baum y Davison (2004). La línea horizontal sólida indica indiferencia.

Baum y Davison (2009) desarrollaron un modelo basado en la lógica general de los operadores lineales para describir el efecto de un reforzador en el desarrollo de preferencia. El modelo se muestra en la Ecuación 9:

$$B_{i+1} - B_i = \Delta B_i = w (A - B_i) \quad (9)$$

En esta ecuación,  $B_{i+1}$  hace referencia a la razón de respuestas izquierda/derecha entre el reforzador en la posición  $i$  y el siguiente reforzador  $i+1$ . Podría entenderse  $B_{i+1}$  como la razón de respuestas al darse la entrega del siguiente reforzador. Por lo tanto, la diferencia entre  $B_{i+1} - B_i$  hace referencia al avance predicho de la razón de respuestas

debido al siguiente reforzador. Esta cantidad es representada como  $\Delta B$ . Siguiendo la Ecuación 9,  $\Delta B$  es igual a la diferencia entre la amplitud del cambio total generado por la entrega sucesiva de reforzadores, representado por  $A$ , y el valor de la razón de reforzamiento actual  $B_i$ . Esta diferencia es el efecto del reforzador individual que va a ocurrir, mismo que se multiplicaría por  $w$ . Por lo tanto,  $w$  se podría conceptualizarse como el peso del reforzador actual en relación con la razón de respuestas actual observada. En la Ecuación 9,  $A$  y  $w$  son parámetros libres. Baum y Davison (2009) han demostrado que el modelo presenta buena bondad de ajuste para predecir los cambios en las razones de respuesta como función de la entrega sucesiva de los reforzadores.

La exposición de un organismo a la entrega sucesiva de reforzadores produce patrones de cambio muy relevantes al desarrollo molar de la igualación. Para entender estos análisis, es necesario revisar los siguientes términos. Primero, se entiende por “visita” el comenzar a responder ante una opción de reforzamiento. En este contexto, las visitas son delimitadas como unidades de análisis demarcadas por el cambio entre las opciones disponibles (Baum, 2010). Así, el número de respuestas emitido durante una visita o el tiempo invertido puede entenderse como la “duración de la visita”. El análisis basado en visitas guarda similitud a otros análisis de la tasa de respuesta basados en cambios sistemáticos en actividad durante el responder en programas individuales (bouts) (Shull & Grimes, 2003; Shull, et al., 2004).

A partir del análisis de las visitas a cada alternativa, se ha podido observar un patrón denominado “Anclaje y muestreo” (fix and sample). Se ha demostrado que, cuando hay diferencia del reforzamiento relativo disponible entre las alternativas, las visitas se “anclan” en la opción con mayor densidad de reforzamiento, observándose ocasionalmente visitas breves a la opción menos favorable (Aparicio & Baum, 2006; Baum & Davison, 2004). Además, se ha comprobado que las visitas ocasionales a la alternativa menos favorable disminuyen conforme aumenta el tiempo de exposición del organismo ante una configuración ambiental particular (Baum, et al., 1999; Baum, 2010). Se ha argumentado que este patrón de cambio conductual podría ser parte importante de la respuesta al origen de la igualación un nivel más molar y extendido (Baum, 2010; 2018a).

La indagación empírica ha ocurrido a un nivel aún más local. Se ha analizado los cambios en las razones logarítmicas de respuesta como función del número de respuestas o los segundos transcurridos desde la entrega de un reforzador (Cowie & Davison, 2016; Davison & Baum, 2000, 2003). La técnica implica contar la posición ordinal de las respuestas emitidas a través de varios muestreos en todas las variaciones experimentales de todas las sesiones disponibles. Teniendo en cuenta la sucesión ordinal de la ocurrencia de las respuestas desde la entrega de un reforzador, se conjuntan las respuestas obtenidas en cada posición ordinal para calcular logaritmos de las razones de respuesta por cada posición. En este nivel de análisis, se ha descubierto que, al entregar un reforzador, el logaritmo de la razón de respuestas tiene un incremento muy pronunciado (de hasta un orden de 1:100) favoreciendo la opción de entrega (Baum, 2010, Cowie & Davison, 2016; Gomes-Ng, et al., 2017). Este hallazgo ha sido denominado como “pulso de preferencia” ya que la preferencia extrema solamente dura unas cuentas respuestas después de la ocurrencia breve del reforzador.

## **2.4 Magnitud de reforzamiento**

Los efectos de la magnitud de reforzamiento respecto a la tasa de respuesta en un solo operando han arrojado resultados no concluyentes, tanto en estudios pioneros (Jenkins & Clayton, 1949), como en subsecuentes manipulaciones (Keesey & Kling, 1961). Uno de los primeros estudios en variar la magnitud, entendida como duración de acceso al comendero, bajo programas concurrentes fue el de Catania (1963). En su estudio, se utilizó un programa concurrente de tecla de cambio, variando sistemáticamente la magnitud en una de las teclas mientras la otra se mantenía constante. El estudio incluía una condición de comparación donde se variaba la magnitud en un solo operando. Los resultados mostraron una relación lineal con la variación de magnitud en el programa concurrente, mientras que se encontraba variación no sistemática para la condición de un solo operando. Con base en estos resultados y otros obtenidos en estudios de elección de la época, Baum & Rachlin (1969) hicieron un análisis donde incluían parámetros como frecuencia, magnitud e inmediatez (recíproco de la demora) y suponían un efecto independiente y multiplicativo de

cada uno respecto al valor reforzante (en términos de distribución de respuestas) de una alternativa. Dicha formulación hace posible la concatenación de parámetros, expresada de forma generalizada en la siguiente expresión:

$$B_L/B_R = a \left( R_L/R_R \right)^k + \left( \frac{1/D_L}{1/D_R} \right)^k + \left( M_L/M_R \right)^k \quad (10)$$

Donde  $B$  hace referencia a las respuestas emitidas en una opción,  $R$  hace referencia a la frecuencia de reforzamiento,  $D$  es la demora y  $M$  es la magnitud de reforzamiento. Los subíndices hacen referencia a la ubicación espacial de la alternativa. Cada parámetro cuenta con un parámetro de sensibilidad,  $k$ . Por último,  $a$  hace referencia a la estimación de un sesgo constante. Esta expresión se puede analizar bajo un modelo de regresión lineal múltiple si se transforma a su versión logarítmica de la siguiente forma:

$$\text{Log} \left( B_L/B_R \right) = \log a + k \log \left( R_L/R_R \right) + k \log \left( M_L/M_R \right) \quad (11)$$

A partir de esta formulación, muchos estudios que han manipulado los parámetros antes descritos han utilizado la forma multivariada descrita en la Ecuación 5. Respecto a la magnitud, el estudio de Schneider (1973) utilizó la versión multivariada de la ley de igualdad para analizar la distribución de respuestas en programas concurrentes donde se variaba tanto la frecuencia como la magnitud (en términos de número de pellets). Se encontró sub-igualación tanto para la frecuencia como para la magnitud de reforzamiento, siendo esta condición más pronunciada en el último parámetro. Todorov (1973) reportó una situación similar, al obtener valores de sensibilidad para la magnitud muy inferiores a los de frecuencia de reforzamiento. Inclusive, el estudio de Davison & Hogsden (1984) encontró una relación no lineal entre las razones de respuestas y las razones de magnitud programadas (Figura 5 del estudio), indicando un posible efecto de la magnitud en términos absolutos más que relativos. En un esfuerzo por aclarar los efectos de la magnitud, Landon, Davison & Elliffe (2003) realizaron un estudio donde se varió este parámetro. Su variación consistía en un número de presentaciones del comedero que duraban 1.2 segundos, separadas por blackouts de .5 segundos. Durante las condiciones del estudio, se mantuvo constante la frecuencia de reforzamiento bajo un programa concurrente dependiente IV30-IV30. Los valores de sensibilidad a la magnitud reportados fueron sistemáticamente

menores a los de frecuencia de reforzamiento, tanto para las respuestas emitidas como para el tiempo invertido en una opción. Los resultados anteriores apuntaban a una menor sensibilidad a la magnitud en procedimientos de estado estable.

Respecto a la sensibilidad en ambientes rápidamente cambiantes, el estudio de Davison & Baum (2003), varió sistemáticamente la magnitud de reforzamiento entre componentes dentro de una sesión, mantenido la frecuencia de reforzamiento constante bajo 3 configuraciones. Sus hallazgos revelaron una curva de incremento monotónico negativamente acelerada de desarrollo de sensibilidad a la magnitud al reforzamiento, similar al patrón general obtenido con frecuencia. Sin embargo, los valores de sensibilidad asintóticos fueron inferiores a .4 en todos los casos, siendo más altos cuando la frecuencia de reforzamiento era mayor. Un segundo experimento dentro de ese estudio mantuvo la frecuencia de reforzamiento constante (IV40-IV40) variando la magnitud entre condiciones, siendo la suma de las magnitudes siempre equivalente a 8. En este caso, se encontraron valores de sensibilidad a la magnitud cercanos a la unidad (Figura 6 del estudio). Un estudio posterior de Aparicio & Baum (2009) varió sistemáticamente la frecuencia de reforzamiento de cada componente, pasando por tres fases. En cada fase, se varió la razón de magnitudes. Los hallazgos revelaron efectos a largo plazo de la magnitud al mover la distribución de respuestas de los componentes diferentes de frecuencia de reforzamiento. También, se reportaron valores de sensibilidad a la magnitud de reforzamiento cercanos a .8. Los hallazgos anteriores, sugieren que: 1) cuando la frecuencia de reforzamiento es constante y alta, incrementa la sensibilidad a la magnitud, 2) los valores de sensibilidad de magnitud parecen ser siempre menores comparados a los obtenidos de frecuencia de reforzamiento, 3) la forma funcional del desarrollo de sensibilidad a la magnitud y los pulsos de preferencia tienen un comportamiento similar a los de frecuencia, 4) la magnitud tiene efectos a largo plazo en la distribución de respuestas. En la actualidad, solamente hay un estudio con humanos que realizó una manipulación de magnitud similar (cf. Bull, Tippett, & Addis, 2015). Sin embargo, los objetivos del estudio fueron totalmente diferentes a los estudios de elección operante previamente descritos.

La descripción de la literatura previa se ha enfocado en presentar una serie de hallazgos relacionados con el desarrollo de preferencia en ambientes rápidamente

cambiantes. Los estudios descritos han sido en su mayoría realizados con sujetos infrahumanos como pichones y, en ciertas ocasiones, ratas. Parte de la meta del AC es poder expandir la generalidad de los principios encontrados en el laboratorio. Una actividad relacionada con esta meta es poder hallar el mismo orden en la conducta en diversas especies, incluida la humana. La siguiente parte de este trabajo se enfoca en presentar una serie de experimentos a realizar con participantes humanos. Los resultados de estos estudios buscan contribuir con la literatura y expandir la generalidad de los resultados encontrados. También, se busca explorar las posibles idiosincrasias que se pueden encontrar en el caso de los seres humanos.

## **2.5 Estudios con seres humanos.**

En el estudio experimental de la conducta humana, se ha discutido la falta de estandarización de los procedimientos utilizados, las operaciones para establecer las contingencias de reforzamiento, así como inconsistencias en los resultados experimentales y la falta de consenso con los resultados encontrados en la literatura animal (Baron & Perone 1998; Bull, et al., 2015; Lattal & Perone, 1998). El caso de la distribución operante no es diferente (Horne & Lowe, 1993; Krägeloh, et al., 2010; Kollins, et al., 1997). El cúmulo de estudios disponibles se puede dividir en estudios en los que se ha reportado el éxito de la ley de igualación en describir los patrones de respuesta ante distintas alternativas (Baum, 1975; Bradshaw, et al., 1976; Bradshaw, et al., 1981; Bradshaw & Szabadi, 1988; Conger & Killeen, 1974) y estudios en los que se hace evidente la falta de sensibilidad al reforzamiento ante las fuentes de reforzamiento programadas (Horne & Lowe, 1993; Navarick & Chellsen, 1983; Navarick, et al., 1990; Takahashi & Iwamoto, 1986).

¿Qué es lo que origina esta situación? Algunos análisis de los estudios de distribución operante humana suponen que la divergencia encontrada en los resultados podría explicarse, en parte, a la gran diversidad de estrategias metodológicas empleadas (Derenne & Baron, 1999; Kollins, et al., 1997). Por ejemplo, considerando los estudios disponibles, existen diferencias en algunos factores como: la modalidad de respuesta operante utilizada, la consecuencia contingente a la respuesta, el uso de distintos tipos de

estímulos discriminativos, el grado de control experimental alcanzado, así como el contenido de las instrucciones (Kollins, et al., 1997; Takahashi & Iwamoto, 1986). Parte de la incógnita sobre la divergencia experimental encontrada podría comenzarse a despejar explorando el efecto de cada uno de estos factores utilizando el procedimiento de cambio ambiental dinámico descrito previamente.

Actualmente, existen estudios publicados de este tipo en los que han participado humanos. La primera adaptación del procedimiento la realizaron Lie, et al (2009). En su investigación, programaron una situación en la que se le presentaba al participante la imagen de dos islas. La situación era un juego donde se instruía al participante a colocar el cursor sobre las islas y presionar el botón izquierdo del ratón para encontrar un “tesoro”. El juego funcionaba bajo un programa concurrente dependiente con IV10 como base. Se exploraron solo cuatro proporciones de diferencias en reforzamiento relativo: 1:5, 5:1, 2:1, 1:2. Cada componente duraba hasta la entrega de 10 reforzadores. Una demora al cambio de 2 segundos operaba en cada componente. El reforzador utilizado eran puntos, en forma de la entrega ficticia de un dólar. Las estimaciones de sensibilidad al reforzamiento fueron agrupadas para todos los participantes y divididas en bloques de cinco reforzadores. El crecimiento en la sensibilidad al reforzamiento fue no monotónico, con una marcada variabilidad en cada bloque. El último bloque, fue donde hubo más variabilidad. Para este bloque se presentaron datos individuales de sensibilidad y sesgo, mostrando participantes con sobre-igualación pronunciada y otros con una marcada sub-igualación (Tabla 1 del estudio). A pesar de esta situación, los análisis de continuidad-discontinuidad con datos agrupados fueron consistentes con hallazgos previos en la literatura. A manera de conclusión, los autores señalaron que su estudio tuvo algunas limitantes metodológicas, cómo el número de sesiones, la modalidad de respuesta y el rango de variación de la frecuencia relativa de reforzamiento (Lie, et al., 2009).

Krägeloh, et al. (2010) realizaron un estudio posterior para dar seguimiento a las limitaciones metodológicas reportadas por Lie, et al. (2009), así como replicar de manera más precisa el procedimiento de Davison & Baum (2000). Al igual que el estudio anterior, se utilizó un programa concurrente dependiente. Se llevaron a cabo 15 sesiones, utilizando 7 componentes: 27:1, 9:1, 3:1, 1:1, 1:3, 1:9 y 1:27. Cada componente duraba la entrega de

cinco reforzadores. Durante un componente, operaba una demora al cambio de 2 segundos. La modalidad de respuesta también cambió. Durante la situación experimental, se instruía a los participantes a seguir y emitir la presión del botón izquierdo del ratón sobre dos paneles en la pantalla, dentro de los cuales había la imagen de un globo. Cada panel se movía a una velocidad de 300 ms. Con esta configuración metodológica, los autores mostraron resultados que replicaron hallazgos previos en la literatura. Primero, las curvas individuales de sensibilidad al reforzamiento, reforzador por reforzador, eran negativamente aceleradas. A pesar de la diferencia en el grado de aceleración y en el nivel asintótico entre participantes, la forma funcional de cada curva fue la misma para la mayoría de los sujetos. Por otro lado, se pudieron observar pulsos de preferencia para cada participante. Adicionalmente, es importante señalar que la magnitud del pulso estaba correlacionada con la sensibilidad al reforzamiento final alcanzada para cada individuo.

De manera general, los hallazgos de estos dos estudios han comenzado a producir evidencia experimental que apunta a la continuidad de la dinámica de elección entre especies. Concretamente, la evidencia sugiere que la dinámica de elección humana sigue los mismos patrones hallados con sujetos infrahumanos y puede explicarse bajo los mismos principios generales. En consideración a lo anterior, se comparte la visión de Baum (2018a, 1994) que sostiene que los organismos, incluidos los seres humanos, se comportan en un ambiente de acuerdo con la ocurrencia de eventos filogenéticamente importantes. Bajo esta visión, el origen de las divergencias en los resultados experimentales no se debe a alguna característica que haga el comportamiento humano esencialmente distinto a otras especies (Baum, 1995; Galizio & Buskist, 1988). Más bien, las diferencias pueden atribuirse al desconocimiento de las variables del ambiente que controlan la conducta humana (Shull & Lawrence, 1998). Por lo tanto, el objetivo experimental debería ser el identificar las fuentes de control ambiental que determinan los resultados que observamos en el laboratorio. Respecto a esta tarea, la evidencia empírica aún sigue siendo muy limitada.

## 2.6 Dirección de la teorización actual.

La teorización actual ha tomado líneas de discusión muy interesantes. Por ejemplo, Baum (2010, 2018) ha sostenido una explicación basada en su propuesta de análisis molar multiescala. Este análisis propone ver al comportamiento como patrones conductuales temporalmente extendidos, cuyo análisis podría realizarse en diferentes escalas. El análisis de una escala podría revelar una dinámica conductual diferente conforme se amplifique o se haga más general el análisis. Baum (2010) introduce dos conceptos durante su análisis de la literatura que ayudan a examinar las consecuencias de dos distintas formas de interpretación que podrían emerger a partir de un análisis multiescala: auto semejanza (self-similarity) y reducción (reduction). Por ejemplo, si se encontrara que el mismo patrón de orden conductual se presenta a lo largo de todas las escalas de análisis, entonces eso sería una instancia de auto semejanza. Por otro lado, si se descubre un distinto patrón de organización conductual a una escala menor que podría llevar a la ocurrencia de uno mayor, pero el análisis de la configuración del mayor, más molar, no conlleva directamente a la comprensión del más pequeño, entonces eso sería una instancia de reducción. Esto debido a que las relaciones más molares podrían potencialmente reducirse a la comprensión de las relaciones a un análisis más local. Pareciera ser que los hallazgos permiten ambas aproximaciones (Baum, 2010). Sin embargo, Baum (2010) señala que no debe de pensarse que las organizaciones conductuales a escalas menores sean “fundamentales” bajo ningún sentido al estilo de la reducción. Más bien, lo que ocurre en cada escala es útil para la comprensión total del fenómeno de interés. Por lo tanto, cada organización conductual es perfectamente válida en cada escala de análisis y suma para la comprensión general del fenómeno de análisis (Baum, 2010; 2018).

Otra propuesta de análisis es la de Cowie & Davison (2016), quienes han propuesto una manera de entender la interacción del organismo con su ambiente basada en los datos experimentales disponibles en esta literatura. Su propuesta está basada en como los organismos “usan” la información de los estímulos disponibles en el ambiente en el que interactúan. Por ejemplo, uno de los ejes de discusión más interesantes es cuando los autores proponen que los organismos pudieran tener “ventanas de memoria” que les

permitirían “incorporar información” de la sucesión de los estímulos al interactuar en un ambiente. El hallazgo de la rápida adquisición de sensibilidad al reforzamiento como función de la variación ambiental podría explicarse si se asume que la “ventana de memoria” podría expandirse o reducirse como función del cambio ambiental. De esta forma, ante un cambio rápido y frecuente, la ventana es más corta y le “permite” al organismo integrar la información de solo unos cuantos reforzadores en secuencia. Por lo tanto, los cambios conductuales que desplegaría el organismo ante esta circunstancia estarían basados en una secuencia corta y ocurrirían más rápido. En breve, los cambios conductuales rápidos podrían depender de la discriminación establecida con base en una secuencia de reforzadores. En relación con lo anterior, Cowie y Davison (2016) señalan que: “esta aproximación ve a los animales como máquinas de correlación condicional que aprenden, o detectan, la probabilidad con que las transiciones de estímulos podrían cambiar”<sup>14</sup>p. 248. Un análisis de la propuesta revelaría que los conceptos usados y su implicación se acercan mucho a una teoría cognitiva. De hecho, son los propios autores los que aseveran que: “la aproximación que estamos proponiendo puede no estar bien, y sin lugar a dudas, muchos no estarán de acuerdo con ella- puede ser vista como desvaríos cognitivistas anti conductuales, siendo bastante hostil con el espíritu y la filosofía del Análisis experimental del Comportamiento”<sup>15</sup> p.266. A pesar de ello, los autores dejan al lector la evaluación de su utilidad para integrar los hallazgos y generar nueva investigación empírica.

En su conjunto, los descubrimientos derivados del estudio de la dinámica de elección operante en ambientes rápidamente cambiantes empiezan a proporcionar una imagen más clara de lo que ocurre durante la transición conductual en una situación de elección. Los desarrollos teóricos resultantes ofrecen distintas maneras de entender el fenómeno de la igualación molar en condicionamiento operante. La elección de una postura teórica y el abordaje experimental a realizar dependerán en gran medida en la consistencia entre los datos y la teoría, así como la tradición a la cual pertenezca el autor. El propósito de capítulo fue

---

<sup>14</sup> This approach views animals as conditional correlation machines that learn, or detect, how stimulus transitions are likely to change.

<sup>15</sup> The approach we are proposing may not be right, and doubtless many will disagree with it—it may be seen as cognitivist antibehavioral raving, quite inimical to the spirit and philosophy of the Experimental Analysis of Behavior.

mostrar de manera muy breve algunos de los hallazgos más importantes en esta literatura. Como comentario final, es importante señalar que, actualmente, la indagación empírica sigue desarrollándose y promete ofrecer nuevos resultados que permitan entender aún más la igualación como un fenómeno conductual general. *La extensión de los hallazgos en seres humanos resulta fundamental. Sobre este último aspecto, el análisis experimental resulta imprescindible y necesario.*

## El análisis experimental de la dinámica de elección operante en humanos

Nature must be forced out of her natural state and squeezed and molded because nature of things betrays itself more readily under the vexations of art than in its natural freedom.

Francis Bacon

En los dos capítulos anteriores se respaldó citando la evidencia empírica disponible la existencia de una amplia divergencia en los resultados experimentales con seres humanos en situaciones de elección. Se han esbozado diferentes argumentos para tratar de explicar esta divergencia. Por ejemplo, se ha dicho que la variabilidad en los resultados con humanos podría trazarse directamente en las diferencias metodológicas entre estudios (Kollins, et al, 1997). De manera contrastante, algunos autores han sostenido que la divergencia observada podría significar una diferencia fundamental entre los seres humanos y las demás especies (Brewer, 1974; Overskeid, 2018). En esta tesis se sostiene que los seres humanos, al igual que todos los organismos con capacidades psicológicas, se encuentran gobernados bajo los mismos principios propuestos por una ciencia natural del comportamiento (Baron & Perone, 1982, 1998; Baum, 2005). *Por lo tanto, la principal meta a considerar al hacer ciencia básica en esta tesis es la extensión de los hallazgos encontrados en otras especies con los seres humanos, reconociendo que el único camino para lograrlo es la manipulación controlada de las variables ambientales.*

Debido a que la investigación científica es una actividad esencialmente humana (Johnston & Pennypacker, 2009), Sidman (1980) señaló que son siempre distintas las “motivaciones” por las cuales los científicos hacen ciencia. Por ejemplo, hay algunos que construyen toda una carrera dentro de un área de investigación, mientras que otros brincan de un fenómeno de estudio a otro tratando de hallar respuestas a sus preguntas. Aspectos como la mera curiosidad por la naturaleza hasta la elaboración de hipótesis detalladas con base en principios preestablecidos pueden estar detrás del trabajo del científico. En su análisis del comportamiento de los científicos Johnston y Pennypackler (2009) han distinguido entre algunos “estilos de investigación”. De relevancia para esta tesis es el estilo de *investigación temática*. Este estilo consiste en la realización de una serie de

estudios que van aportando, de manera ordenada, evidencia dentro de un programa de investigación más general o un área de investigación particular. Estos estudios van construyendo el cuerpo empírico de conocimientos necesarios de los cuales se parte para ganar entendimiento general sobre un fenómeno conductual. Es bajo este estilo que el autor de esta tesis identifica su trabajo.

Es de la impresión del autor de esta tesis que existen grandes vacíos en la literatura humana de elección que impiden, tan siquiera, tener claridad sobre los efectos de los aspectos metodológicos más fundamentales. Un ejemplo permitirá ilustrar el punto. En el área de elección, sabemos que variables metodológicas como la presencia de una demora al cambio (Catania, 1962, 1963a; Herrnstein, 1961), sus valores específicos (Shull & Pliskoff, 1967) el tipo de distribución de los intervalos que conforman un programa de intervalo variable (Elliffe & Alsop, 1996), la presencia de estímulos discriminativos (Miller, et al, 1980; Davison & Jenkins, 1985), el tipo de reforzadores utilizados (Hollard & Davison, 1971), por mencionar solo algunos aspectos, afectan de manera específica la preferencia. En cambio, la propia revisión de la literatura humana indica la ausencia de evidencia experimental en nuestra especie de la mayoría de estas características (Kollins, et al, 1997; Pierce & Epling, 1983). La falta de estos estudios podría promover la falta de estandarización en los procedimientos, resultado en la falta de replicabilidad en los resultados.

Considerando lo anterior, el esfuerzo empírico en esta tesis va dirigido a construir evidencia científica con seres humanos que proporcione respuestas a la divergencia en los resultados experimentales. Mi tesis de doctorado se centra en dos variables, a saber: la modalidad de respuesta y la presencia/ausencia de estímulos discriminativos ordinales (proporcionar información sobre la frecuencia de reforzamiento disponible en cada lado). En este sentido, el *objetivo general* de mi tesis es el siguiente:

***Evaluar los efectos de variar la modalidad de respuesta y la señalización de las fuentes del reforzamiento a nivel local y molar en la dinámica de elección humana en una situación de operante libre con un procedimiento de rápido cambio ambiental utilizando participantes humanos.***

La tesis engloba un estudio piloto y cinco experimentos con participantes humanos que abordan empíricamente la exploración de los efectos de manipular las variables expresadas en el objetivo general. El contexto sobre la elección de estas variables y la descripción y resultados de los experimentos se describirán a continuación.

### **El estudio de la modalidad de respuesta.**

Un esfuerzo importante en la literatura humana es identificar las fuentes de divergencia entre los estudios empíricos. Kollins, et al. (1997) realizaron una revisión cuantitativa de la literatura de elección humana. Los autores buscaban comparar las estimaciones de sensibilidad obtenidas en estudios animales con las de estudios con humanos. También, compararon las estimaciones de sensibilidad humanas de acuerdo con las siguientes características: 1) tipo de consecuencia, 2) modalidad de respuesta, 3) presencia /ausencia de estímulos discriminativos y 4) tipo de estudio (laboratorio y naturalista). Uno de sus principales hallazgos fue que *la modalidad de respuesta de presión de botones estaba asociada a una baja sensibilidad al reforzamiento respecto a otras modalidades empleadas* (ver su Figura 4, Panel A). Posterior a la publicación de este estudio, Derenne y Baron (1999) señalaron que algunas características del procedimiento seguido por Kollins, et al. (1997) podrían afectar las conclusiones derivadas de las comparaciones de sensibilidad en seres humanos. Ejemplos de estas limitaciones fueron los criterios de inclusión de los estudios a comparar, los efectos de un número diferente de puntos de información para cada comparación y la potencial interacción entre varias de las características metodológicas. En su respuesta Kollins, et al. (1999) apuntaron a la falta de un mayor número de estudios en la literatura humana y señalaron la necesidad de explorar experimentalmente las características metodológicas señaladas como potenciales responsables de las diferencias entre humanos y animales, *incluyendo la modalidad de respuesta*.

Siguiendo esta recomendación, Madden y Perone (1999) realizaron un estudio cuyo objetivo era evaluar el efecto de los estímulos discriminativos en la elección humana. En su experimento, los autores también reconocieron el potencial papel de la modalidad de

respuesta, por lo que utilizaron como modalidad el seguimiento y presión de un blanco móvil. Este blanco móvil era un recuadro que cambiaba de posición dentro de un área delimitada de la pantalla de manera aleatoria cada 2000 ms. Los participantes tenían que seguir el recuadro y dar clic sobre de él para emitir una respuesta. El experimento de Madden y Perone (1999) demostró que los estímulos discriminativos incrementaban la sensibilidad al reforzamiento. También, se comprobó que la modalidad de respuesta utilizada fue sensible a las manipulaciones paramétricas del estudio y que la tasa de errores en los participantes (no alcanzar a presionar el blanco cuando se emite un clic) era muy baja.

Lie, et al., (2009) realizaron un estudio posterior centrado en el estudio la dinámica de elección operante humana (Davison & Baum, 2000). En esta ocasión, se regresó al uso una modalidad de respuesta funcionalmente idéntica a la presión de un botón. El procedimiento consistía en la presentación de dos imágenes fijas de islas ubicadas en el lado izquierdo y derecho de la pantalla. Distintos programas concurrentes independientes de intervalo variable gobernaban la entrega de puntos contingentes a las respuestas. Los participantes tenían que utilizar el cursor del ratón de la computadora para dar clic sobre las imágenes y encontrar un “tesoro”. Cada presión a la imagen de una isla era tomada como una respuesta. Lie, et al. (2009) reportaron incrementos irregulares y con considerable variabilidad en los valores de sensibilidad obtenidos a lo largo de 6 bloques sucesivos de 5 entregas de reforzamiento cada uno. En su discusión, los autores señalaron que entre las limitaciones de su estudio se encontraban factores como: el número de sesiones, el tipo de reforzador utilizado (puntos) y la modalidad de respuesta.

Recientemente, Krägeloh, et al., (2010) realizaron una investigación dando seguimiento directo al trabajo de Lie, et al. (2009). Los autores buscaron replicar el estudio con las siguientes modificaciones: 1) un incremento en el número de sesiones, 2) el uso de dinero como reforzador y 3) la modificación de la modalidad respuesta. La modalidad de respuesta utilizada fue funcionalmente idéntica a la utilizada por Madden y Perone (1999) y consistía en seguir con el cursor la imagen de un globo que cambiaba de posición en un área delimitada de la pantalla cada 300 ms. Para obtener puntos equivalentes a dinero, el participante tenía que “reventar los globos” dando clic sobre de ellos. La única diferencia

en la modalidad de respuesta entre Krägeloh, et al., (2010) y Madden y Perone (1999) fue que en el primer estudio se utilizó 300 ms como parámetro de cambio y en el último 2000 ms. Krägeloh, et al (2010) reportaron el desarrollo de sensibilidad al reforzamiento y lograron replicar los hallazgos de Davison y Baum (2000). En su discusión, Krägeloh, et al (2010) destacaron que la modalidad de respuesta era una variable muy importante al estudiar elección con humanos, argumentando que: “el presionado de botón es un comportamiento de todos los días en los humanos y puede ser vulnerable a algún efecto residual de historias de reforzamiento pasadas” (p. 125). Los resultados de este estudio parecían sugerir que la modalidad de respuesta tiene un papel importante en el desarrollo de sensibilidad al reforzamiento. Sin embargo, el propio diseño del estudio no permite distinguir si fue la modalidad de respuesta o las otras variables modificadas (el número de sesiones o el tipo de consecuencia) la variable crucial para conseguir los resultados reportados.

Considerando toda la evidencia disponible, los datos parecen sugerir que la modalidad de respuesta de presión de botones está asociada a una baja sensibilidad al reforzamiento (cf. Lie, et al., 2009) y que el uso de una modalidad diferente está asociado con el desarrollo de sensibilidad (cf. Madden & Perone, 1999; Krägeloh, et al., 2010). Sin embargo, no hay investigación experimental que permita corroborar directamente esta suposición. *Con base en lo anterior, el primer objetivo específico de esta tesis fue estudiar los efectos de variar la **modalidad de respuesta** en el desarrollo de sensibilidad al reforzamiento en una situación de elección utilizando participantes humanos. Las modalidades de respuesta utilizadas fueron el uso de botones (Lie, et al., 2009) y el uso de blancos móviles que cambian de posición de manera constante en la pantalla (Madden & Perone, 1999; Krägeloh, et al., 2010). Debido a que los estudios de Lie, et al., (2009) y Krägeloh, et al., (2010) se realizaron en el contexto del estudio de la dinámica de elección operante (Baum, 2010, 2018; Bell & Baum, 2017; Baum & Davison, 2014; Mazur, 1992), en este estudio también se utilizará este procedimiento de rápido cambio ambiental para garantizar la continuidad entre investigaciones. Las características del procedimiento permiten el análisis a escalas más reducidas, como lo que ocurre entre entregas de reforzamiento (Baum, 2010, 2018; Davison & Baum, 2014). En caso de detectar*

diferencias entre modalidades, este hallazgo tendría implicaciones importantes al diseñar procedimientos futuros de elección con humanos.

### **Primera aproximación: tasa de errores en los blancos móviles**

Para comenzar con toda la indagación empírica, se consideró necesario asegurar que el procedimiento a utilizar generará las condiciones necesarias para poder estudiar la conducta. Por lo tanto, el primer paso fue asegurar que todas las manipulaciones futuras descansarán bajo un arreglo metodológicamente sólido. De acuerdo con el primer objetivo específico de la tesis, la primera variable a explorar es la modalidad de respuesta. Una de las modalidades respuesta de interés para el análisis experimental fue el uso de blancos móviles. Estos blancos son imágenes que se mueven aleatoriamente sobre un área delimitada de la pantalla y que los participantes tienen que seguir para poder dar un clic izquierdo sobre ellos y así poder emitir una respuesta válida. La literatura indica que hay dos posibilidades para programar la velocidad de movimiento de los blancos. Una velocidad de 2000 ms (Madden & Perone, 1999) y una velocidad de cambio de 300 ms (Krägeloh, et al., 2010).

Si el experimentador considera usar esta modalidad de respuesta, existe la posibilidad de que el utilizar una velocidad de cambio rápida del blanco móvil provoque que el participante falle al hacer clic-izquierdo al blanco (el blanco cambia antes de que la respuesta pueda ser registrada como válida). Es debido a esto que el porcentaje de errores es reportado por los autores que utilizan esta modalidad de respuesta (Krägeloh, et al., 2010). La presencia de un porcentaje elevado de errores podría causar imprecisiones al momento de registrar las respuestas emitidas ante las alternativas. Por ejemplo, podría darse el caso de que se intente responder en repetidas ocasiones ante una alternativa y, sin embargo, no se registre una sola respuesta. En este escenario, la persona está pasando tiempo respondiendo ante una opción, pero las medidas basadas en frecuencia de respuestas podrían no reflejar de manera precisa la preferencia. Por lo tanto, el objetivo de una primera prueba experimental fue estimar si hay diferencias en los errores al dar clic sobre los blancos móviles como función de la velocidad de cambio. Se coincide con Sidman (1960), al afirmar que los primeros estudios, usualmente denominados como “piloto” no deben de

verse como estudios poco sistemáticos. Más bien, constituyen los primeros esfuerzos con el mismo nivel de rigor de cualquier experimento de los cuales se parte para poder construir un procedimiento que asegure el control experimental de las variables a estudiar.

## **Método**

### **Participantes**

Se reclutó a 5 estudiantes de licenciatura de los primeros semestres de entre 18 y 25 años de la carrera de Psicología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Los sujetos participaron de manera voluntaria y fueron contactados mediante un anuncio realizado durante su clase. En este anuncio, se invitaba a participar en el experimento, ofreciendo a cada alumno puntos para su clase como resultado.

### **Aparatos**

Las sesiones experimentales, se llevaron a cabo dentro de un cubículo ubicado en el tercer piso de la Unidad de Investigación Interdisciplinaria en Ciencias de la Salud y Educación de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Dentro del cubículo, se arreglaron 5 computadoras: dos de escritorio y 3 laptops. Entre cada computadora, se aseguró una separación de 50 cm. Se instalaron paneles de papel cascarón de 55 X 55 cm entre cada computadora. Cada panel dividía las computadoras en mini cubículos. Cada computadora tenía un ratón conectado vía conexión universal serial (USB). El teclado se retiró del alcance del participante en todas las computadoras de escritorio, colocándose en la parte de atrás del monitor. Para las laptops, se cubrió el teclado con una hoja de papel utilizando cinta adhesiva. A cada participante se le proporcionaron audífonos de cancelación de sonido para uso durante la sesión. Las tareas experimentales y la recolección de datos fueron posible por medio de Visual Studio 2017®. Los datos fueron analizados por medio de programa SPSS® versión 22 y Microsoft Excel 360®.

## Procedimiento

Los participantes fueron citados en el cubículo con 5 minutos de diferencia entre cada uno. Al llegar al cubículo, los participantes leyeron y firmaron un consentimiento informado. Posteriormente, cada alumno era sentado en la computadora que le correspondía. En cada cubículo se encontraba la pantalla de inicio mostrando las instrucciones de la tarea experimental. Se instruyó a cada participante a leer las instrucciones. Al terminar este proceso, se preguntó al participante si tenía dudas en relación con las instrucciones. Si había preguntas, se contestó específicamente con un fragmento de las instrucciones de acuerdo con el contenido de la pregunta.

La variable independiente de este experimento fue la velocidad de cambio de los blancos móviles. Durante una sesión experimental se utilizó un solo programa concurrente de intervalo variable IV10s IV10s para cada valor de velocidad de cambio (proporción de reforzamiento 1:1). Un programa con una velocidad de cambio de blanco móvil específica será referido a partir de ahora como un *componente*. Se utilizaron dos parámetros de cambio (300ms y 2000 ms). La velocidad de cambio de los blancos móviles se varió de forma intrasujeto. Eso quiere que, en una sesión, se presentaban 2 componentes, uno para cada velocidad de cambio. Cada componente duraba 10 minutos con 1 minuto de tiempo entre componentes. Durante este minuto, la pantalla se oscurecía totalmente. Una sesión duraba 21 minutos. El orden de presentación de los componentes con diferentes velocidades se decidía al principio de la sesión mediante la generación de un número aleatorio. Por lo tanto, a veces comenzaba primero el componente con velocidad 300ms (milisegundos) y a veces comenzaba el componente con velocidad de cambio de 2000 ms. Se corrieron dos sesiones por día, separadas entre sí por 5 minutos de descanso. Esto ocurrió durante 4 días sucesivos, produciendo un total de 8 sesiones.

Para construir los programas de intervalo variable de un componente, se elaboraron 10 intervalos para cada programa de intervalo variable individual. Los intervalos contruidos seguían una distribución exponencial obtenida por el método propuesto por Fleshler & Hoffman (1962). Al iniciar un componente, se generaba una lista de valores para cada programa de intervalo variable. Cuando los programas comenzaban a contar el tiempo,

se asignaba de manera aleatoria un intervalo a cada programa de la lista de intervalos de manera aleatoria sin reemplazo.

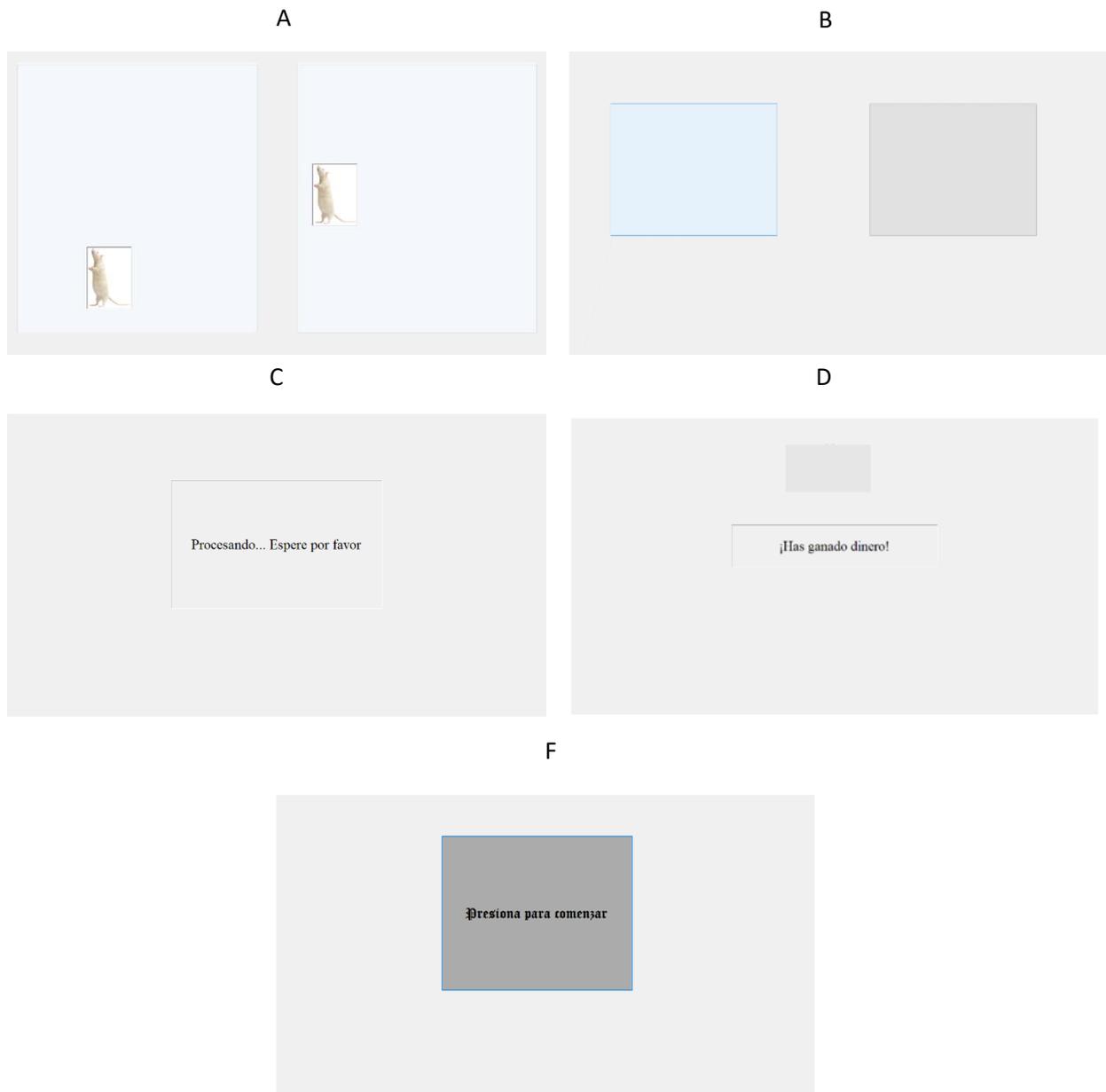
### *Tarea Experimental*

La Figura 5 muestra las diferentes pantallas de las tareas experimentales a utilizar en este estudio piloto y el Experimento 1 y 2. Al iniciar la tarea experimental y, al inicio de cada componente, aparecía un botón de 5x8 cm en la parte del centro de la pantalla (Figura 5, Panel F). Al presionar el botón, aparecía ante cada participante dos rectángulos de 15 x 11 cm colocados de cada lado de la pantalla. Dentro de cada rectángulo, se encontraba la imagen de una rata de 204 x 275 pixeles (Figura 5, Panel A). Esta imagen estaba programada para cambiar de manera aleatoria de posición dependiendo de la velocidad de cambio programada para ese componente dentro del área del rectángulo donde estaba colocada. Para obtener puntos en esta condición, se le indicó al participante que tenía que “atrapar a la rata”. Para atraparla, se le indicó que tenía que colocar el cursor en la imagen y emitir un clic. Cuando el participante daba un clic en la imagen, se producía un breve sonido con el propósito de indicar al participante que su respuesta había sido exitosa. Cuando el participante daba un clic sobre un blanco y su respuesta era reforzada, obtenía un punto. Al ocurrir esto, el sonido producido era diferente y un mensaje aparecía durante 2 s indicando “Ganaste un punto” (Figura 5, Panel C). En este caso, el texto era diferente al mostrado en la Figura 5). Durante cada componente operaba una penalización al cambio de 3 segundos. La penalización al cambio (COP) consistía en un periodo donde los botones desaparecían de la pantalla y eran sustituidos por un recuadro grande en la pantalla con la leyenda “Procesando. Espere por favor” (Figura 5, Panel C).

**Figura 5.**

*Pantallas de las distintas tareas experimentales y momentos durante la tarea.*

### Figuras



*Nota.* Panel A: pantalla principal para la condición MT. Panel B: pantalla principal para la condición MT. Panel C: Pantalla principal para la condición BO. Panel D: pantalla durante la penalización al cambio para ambas condiciones. Panel F: pantalla para la entrega de un reforzador en ambas condiciones.

*Instrucciones.*

Las siguientes instrucciones fueron presentadas a los participantes:

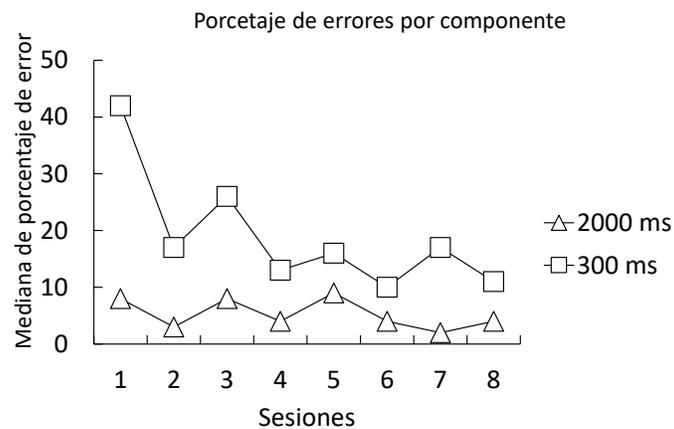
Bienvenido a “Atrapa la rata”. A continuación, se te presentarán dos paneles, uno del lado izquierdo y otro del lado derecho. En cada panel, se encuentra una rata que se moverá por todo el panel. Hay dos ratas en total, una del lado izquierdo y otra del lado derecho. Puedes mover el cursor del mouse en cualquiera de los dos lados de la pantalla y presionar cualquiera de las dos ratas. Cuando hayas presionado a una rata, se escuchará un sonido breve. Trata de atrapar a la mayor cantidad de ratas que puedas. Debido a que hay dos ratas en cada lado de la pantalla deberías probar darle click a las ratas en ambos paneles. Atrapar a cualquiera de las dos ratas produce la entrega de un punto. Cuando termine una partida, la pantalla se pondrá oscura. Solamente espera a que se vuelva a aparecer el botón central. Cuando estés listo, presiona continuar.

**Resultados.**

La Figura 6 muestra el porcentaje de errores al presionar un blanco móvil para cada velocidad de cambio como función de las sesiones. Cada punto de información corresponde a la mediana. Al examinar la figura se puede apreciar que existe una diferencia marcada en el porcentaje de errores dependiendo de la velocidad. Para la velocidad de 300 ms, la tasa de error es muy grande en la primera sesión (43%), y después disminuye, presentando una tendencia negativa y oscilando entre valores de 10% y 20% de error a partir de la cuarta a la última sesión. Para la velocidad de 2000 ms, el porcentaje de error no excede el 10% durante las 8 sesiones del experimento, mostrando variación no sistemática a lo largo de las sesiones.

**Figura 6.**

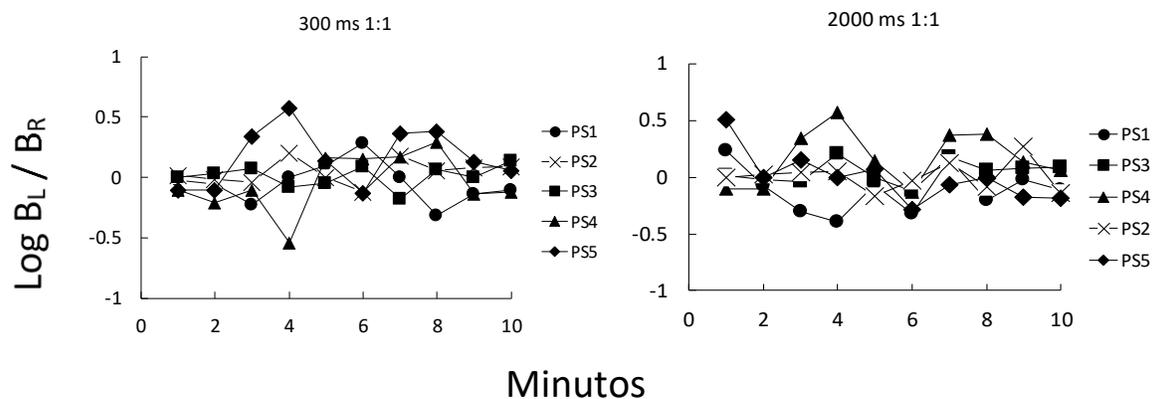
Valores de la mediana de porcentaje de errores para cada velocidad de cambio.



La Figura 7 muestra el logaritmo de las razones izquierda derecha de cada participante como función de los minutos transcurridos para velocidad. Como se puede apreciar en la figura, no se observa una preferencia sistemática hacia un lado en cada participante para ambas velocidades de cambio.

**Figura 7.**

Logaritmo izquierdo derecho de respuestas como función de los minutos transcurridos para cada velocidad de cambio.



### **Discusión.**

Los resultados de este primer esfuerzo empírico han permitido demostrar que: 1) la tasa de errores es superior en la condición de blancos móviles con velocidad de cambio de 300 ms, 2) los errores decremantan pero se mantienen consistentes con el paso de las sesiones para esta condición, 3) con una velocidad de cambio de 2000 ms la tasa de error es muy baja (inferior al 10% de errores) y 4) no parece haber un sesgo sistemático hacía algún lado específico independiente a la tasa de reforzamiento programada para cada opción. Estos resultados vienen a replicar hallazgos anteriores en la literatura con seres humanos (Krägeloh, et al., 2010; Lie, et al., 2009) y muestran muchas semejanzas con la literatura animal (Davison & Baum, 2000; Baum & Davison, 2014). Por lo tanto, se concluye que una opción sensible para programar la velocidad de cambio de los blancos móviles en experimentos futuros es un parámetro de cambio de 2000 ms. Esto con el fin de no distorsionar las medidas de preferencia basadas en respuestas debido al error al emitir respuestas en una alternativa.

## **Experimento 1. Efecto de la modalidad de respuesta en la dinámica de elección.<sup>16</sup>**

### **Método**

#### **Participantes**

Se reclutó a seis estudiantes de licenciatura de los primeros semestres de entre 18 y 25 años de la carrera de Psicología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FESI). Los participantes formaron parte del estudio de manera voluntaria respondiendo a un anuncio elaborado y distribuido por el investigador. En dicho anuncio, se invitaba a los alumnos a participar en el experimento, ofreciendo una remuneración monetaria por las sesiones experimentales realizadas, así como el obsequio de un libro sobre metodología de la investigación.

#### **Aparatos**

Las sesiones experimentales, se llevaron a cabo en el laboratorio de cómputo de Posgrado de la Unidad de Documentación Científica de la FESI. El laboratorio cuenta con 3 mesas con 6 de computadoras de escritorio. Entre cada computadora, se encontraba una separación de 70 cm. Se instalaron paneles de papel cascarón de 55 X 55 cm entre cada computadora. Cada uno de estos paneles dividía las computadoras en pequeños cubículos. Se utilizó una computadora individual con un monitor, un CPU y un ratón conectado vía conexión universal serial (USB) para cada estudiante. El teclado se retiró del alcance del participante, colocándose en la parte de atrás del monitor. A cada participante se le proporcionaron audífonos de cancelación de sonido para uso durante la sesión. La programación de las tareas experimentales y la recolección de datos fue posible por medio de Visual Studio 2017®. Los datos fueron analizados por medio de programa R studio, SPSS® versión 22 y Microsoft Excel 360®.

---

<sup>16</sup> El Experimento 1 y 2 se encuentran publicados en Ruiz, D., Cepeda, M., Vega, Z. & Santoyo, C. (2021). Dinámica de elección en humanos: efectos de la modalidad de respuesta. *International Journal of Psychology & Psychological Therapy*, 21(2), 177-197. <https://www.ijpsy.com/volumen21/num2/578.html>

## Procedimiento

Los seis participantes en el experimento fueron asignados de manera aleatoria a dos condiciones generales. Tres participantes fueron asignados a la condición BO (botones) donde se utilizaba una tarea basada en la presión de botones. Por otro lado, tres participantes fueron asignados a la condición MT (movimiento), la cual utilizaba el seguimiento y presión de un blanco móvil en la pantalla como modalidad de respuesta. Los participantes fueron citados al laboratorio con 5 minutos de diferencia entre cada uno para evitar el contacto en tres momentos: 1) al llegar, 2) durante el descanso entre sesiones y 3) al terminar el experimento. Al llegar al laboratorio, los participantes leyeron y firmaron un formato de consentimiento. Posteriormente, cada participante era asignado al cubículo experimental que le correspondía. Se estableció la localización de los cubículos de forma tal que cada uno estuviera separado 2 metros del siguiente. Había dos cubículos en una mesa, siendo un total de seis cubículos por las tres mesas. En cada computadora, la pantalla de inicio mostraba las instrucciones de la tarea experimental al inicio de cada sesión. Durante la primera sesión, se instruyó a cada participante a leer las instrucciones en la pantalla. Posteriormente, se leyó de nuevo en voz alta las instrucciones a cada participante. Al terminar este proceso, se preguntó al participante si tenía dudas sobre las instrucciones. Si había preguntas, se contestaban de acuerdo con un fragmento de las instrucciones originales según el contenido de la pregunta.

Durante una sesión experimental se varió de manera sistemática la frecuencia de reforzamiento disponible en las dos alternativas. Esto ocurrió para cada condición de modalidad de respuesta. En una sesión, se presentaban siete programas concurrentes independientes de intervalo variable (IV) en un orden irregular. El arreglo base utilizado para diseñar los diferentes programas concurrentes fue un programa de reforzamiento concurrente independiente IV10 s IV10 s. Cada programa individual de intervalo variable dentro de un programa concurrente estaba construido con 10 intervalos. Los intervalos individuales seguían una distribución exponencial obtenida por el método propuesto por Fleshler & Hoffman (1962). Al iniciar un programa concurrente, se generaba una lista de valores para cada programa individual de intervalo variable. De esta manera, tanto al inicio del programa como al terminar la entrega de un reforzador, se asignaba de manera aleatoria

un intervalo a un programa individual de la lista de intervalos de manera aleatoria y sin reemplazo. A partir de este momento, cada programa concurrente dentro de una sesión experimental será denominado un componente. El número de componentes, los valores de cada programa y la proporción de reforzamiento utilizada se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Componentes presentados en una sesión experimental.*

Componente	Programa en segundos	Proporción
1	10 - 10	1:1
2	20 - 10	1:2
3	10 - 20	2:1
4	80 - 10	1:8
5	10 - 80	8:1
6	240 - 10	1:24
7	10 - 240	24:1

*Nota.* Las mismas condiciones de variación de frecuencia del reforzamiento se mantuvieron para cada tarea.

La Figura 5 muestra las diferentes pantallas de las tareas experimentales. Al iniciar la tarea experimental y al inicio de cada componente, aparecía un botón de 5x8 cm en la parte del centro de la pantalla (Figura 5, Panel A). Este botón aparecía en ambas modalidades de respuesta. La presión de este botón hacía aparecer los blancos móviles (condición MT, Figura 5, panel B) o los botones rectangulares (BO, Figura 5, panel C) al iniciar cada componente según la modalidad de respuesta asignada. Cada componente terminaba con la entrega de 5 reforzadores (Krageloh, et al., 2010). Entre cada componente, se presentó un periodo de 15 segundos durante el cual a pantalla se volvía de color negro en su totalidad. Esta manipulación fue un esfuerzo para eliminar el arrastre de componentes previos (Davison & Baum, 2002). Durante cada componente operaba una penalización al cambio de tres segundos. En este periodo, tanto los botones para la condición (BO) como los blancos móviles para la condición (MT) desaparecían de la pantalla y eran sustituidos por un recuadro grande en la pantalla con la leyenda “Reconfigurando sistema. Espere por favor” (Figura 5, Panel D). La entrega de un reforzador proporcionaba un punto, el cual equivalía a una moneda de 25 centavos de peso mexicano (Figura 5, Panel E). Se llevaron a cabo un total de 10 sesiones por participante. Cada día se realizaron dos sesiones con un

espacio de descanso de 3 minutos entre cada sesión. La duración de una sesión era de aproximadamente 14 minutos. Cada participante podía ganar un total de 87.5 pesos al concluir las sesiones. El total del dinero se entregó al finalizar las 10 sesiones junto con un libro de metodología de la investigación.

### *Condición MT*

En esta condición, se le presentó al participante dos rectángulos de 15 x 11 cm colocados a cada lado de la pantalla. Dentro de cada rectángulo, se encontraba la imagen de una rata de 204 x 275 píxeles (Figura 5, Panel B). Había un total de dos imágenes en la pantalla. Cada imagen estaba programada para cambiar de posición de manera aleatoria cada 2000 ms dentro de un área rectangular gris al fondo de la pantalla. Para obtener puntos en esta condición, se le indicó al participante que tenía que “atrapar a la rata”. Para atraparla, se le indicó que tenía que colocar el cursor en la imagen y emitir un clic. Cuando el participante daba un clic en la imagen durante una ventana temporal de 2000 ms se producía un breve sonido indicando que la respuesta había sido exitosa. Cuando el participante daba un clic sobre un blanco y su respuesta era reforzada, se obtenía un punto. Al ocurrir esto, el sonido producido por el clic sobre la imagen era diferente y un mensaje aparecía durante 2 s indicando “Ganaste un punto” (Figura 5, Panel D).

La condición MT presentaba blancos móviles que cambiaban de manera aleatoria en un área definida en la pantalla. Como se señaló previamente, existen dos estudios de referencia con humanos que utilizan esta clase de respuesta. El primero de ellos es el estudio de Madden & Perone (1999). En este estudio, el blanco móvil cambia de posición de manera aleatoria cada 2000 ms. Por otro lado, el estudio más reciente de Krägeloh, et al (2010) variaba la posición del blanco móvil cada 300 ms. El estudio piloto comparó la prevalencia global de error (respuestas fallidas ante un blanco móvil) para ambos parámetros, utilizando únicamente un programa concurrente de intervalo variable IV10s IV10s. La ocurrencia de errores para todos los participantes en la presión de los blancos era casi nula al utilizar 2000 ms como parámetro de cambio. En comparación, la tasa de errores para el parámetro de cambio de 300 ms fue de hasta un 30 %. Debido a estos resultados, se decidió elegir para este experimento una velocidad de cambio a 2000 ms. Esto con el fin tener mayor precisión en el registro de las respuestas.

### *Condición BO.*

La estructura y funcionamiento de la tarea que operaba en la condición BO era igual a la condición MT con la excepción de que se sustituyeron los blancos móviles por botones. En esta condición se le presentaba a los participantes dos botones de 5x8 cm separados por 8 cm de distancia entre sí (Figura 5, Panel C). Cada botón se encontraba a cada lado de la pantalla. Se instruyó a los participantes a presionar de manera libre cada uno de los botones, colocando el cursor sobre el botón y emitiendo un clic. Cuando esto ocurría, el botón cambiaba de color gris a color azul por un breve instante (150 ms) y se producía un sonido. Esta manipulación se implementó para indicar al participante cuando la presión al botón ocurría de manera exitosa. Se señaló a cada participante que la presión de los botones formaba parte de la búsqueda de un “tesoro”. Este tesoro era la entrega de puntos que equivalían a 25 centavos de peso. Cuando el participante daba un clic sobre un botón y su respuesta era reforzada, obtenía un punto. Al ocurrir esto, el sonido producido era diferente y un mensaje aparecía durante 2 s indicando “Ganaste un punto” (Figura 5, Panel E).”.

### *Instrucciones.*

Las siguientes instrucciones se presentaron para la condición MT:

Bienvenido a “Atrapa la rata”. A continuación, se te presentarán dos paneles, uno del lado izquierdo y otro del lado derecho. En cada panel, se encuentra una rata que se moverá por todo el panel. Hay dos ratas en total, una del lado izquierdo y otra del lado derecho. Puedes mover el cursor del mouse en cualquiera de los dos lados de la pantalla y presionar cualquiera de las dos ratas. Cuando hayas presionado a una rata, se escuchará un sonido breve. Trata de atrapar a la mayor cantidad de ratas que puedas. Debido a que hay dos ratas en cada lado de la pantalla deberías probar darle click a las ratas en ambos paneles. Atrapar a cualquiera de las dos ratas produce la entrega de un punto, el cual equivale a 25 centavos. Cuando termine una partida, la pantalla se pondrá oscura. Solamente espera a que se vuelva a aparecer el botón central. Cuando estés listo, presiona continuar.

Las siguientes instrucciones fueron presentadas para la tarea BO:

Bienvenido a Busca el tesoro. A continuación, se te presentarán dos botones, uno del lado izquierdo y otro del lado derecho. Hay dos botones en total. Puedes mover el cursor del mouse en cualquiera de los dos lados de la pantalla y presionar cualquiera de los dos botones. Cuando hayas presionado a un botón, se escuchará un sonido breve. Trata de ganar la mayor cantidad de puntos que puedas. Debido a que hay dos botones en cada lado de la pantalla deberías probar darle click a los botones en ambos lados. Presionar a cualquiera de las dos botones eventualmente producirá la entrega de un punto, el cual equivale a 25 centavos. Cuando termine una partida, la pantalla se pondrá oscura. Solamente espera a que vuelva a aparecer el botón central. Cuando estés listo, presiona continuar.

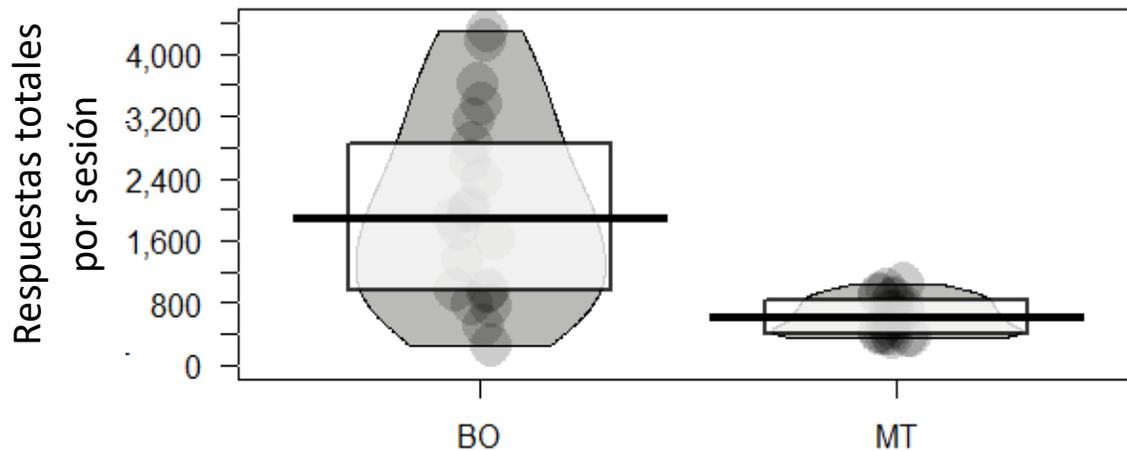
### **Resultados**

La Figura 8 muestra el número total de respuestas emitidas de cada participante al terminar una sesión. Se recuperaron las respuestas totales emitidas por sesión de todos los participantes en todas las sesiones, sin importar el lado al que fueron emitidas. Posteriormente, se conjuntaron los datos en dos distribuciones: una distribución para la condición BO y otra distribución la condición MT. Para la condición MT solamente se tomaron en cuenta las respuestas efectivas a los blancos móviles. La Figura 8 muestra que en la condición de los botones (BO), se emitieron más respuestas (valor de mediana cercano a 2000 respuestas por sesión) respecto a la condición de blancos móviles (MT). En cambio, en esta última condición el valor de la mediana fue de poco más de 600 respuestas emitidas por sesión. Se puede observar que la distribución de respuestas totales en la condición BO fue considerablemente más variable. La Figura 8 muestra que las diferencias entre las medianas de las distribuciones son pronunciadas y no hay traslape entre los rangos intercuartil. Debido al sesgo presentado por las distribuciones obtenidas en cada condición y la ausencia de homocedasticidad, se compararon ambas distribuciones usando una prueba  $t$  para muestras independientes mediante la técnica de muestreo repetido bootstrapping. La técnica del bootstrapping permite crear una distribución muestral de diferencia de medias mediante el muestreo Monte Carlo con los valores disponibles por el investigador (Wilcox, 2017). Para este estudio, se construyó una distribución con base en 2000 muestras con sesgo corregido y acelerado. A partir de esta distribución, se calculó la estadística de contraste, el error estándar de la diferencia y los límites superior e inferior de un intervalo

de confianza. Los resultados indicaron evidencia de diferencias entre las medias de las distribuciones  $t(40) = -5.152$   $p < .0001$ , con una diferencia promedio de entre 1000 y 2000 respuestas Bootstrap *Bca CI 95%* [-1903.87 - -893.422] y con un tamaño de efecto robusto  $d = 5.69$ , equivalente a poco más de cinco desviaciones estándar comunes.

**Figura 8.**

*Respuestas emitidas por los participantes como función de cada tarea experimental.*

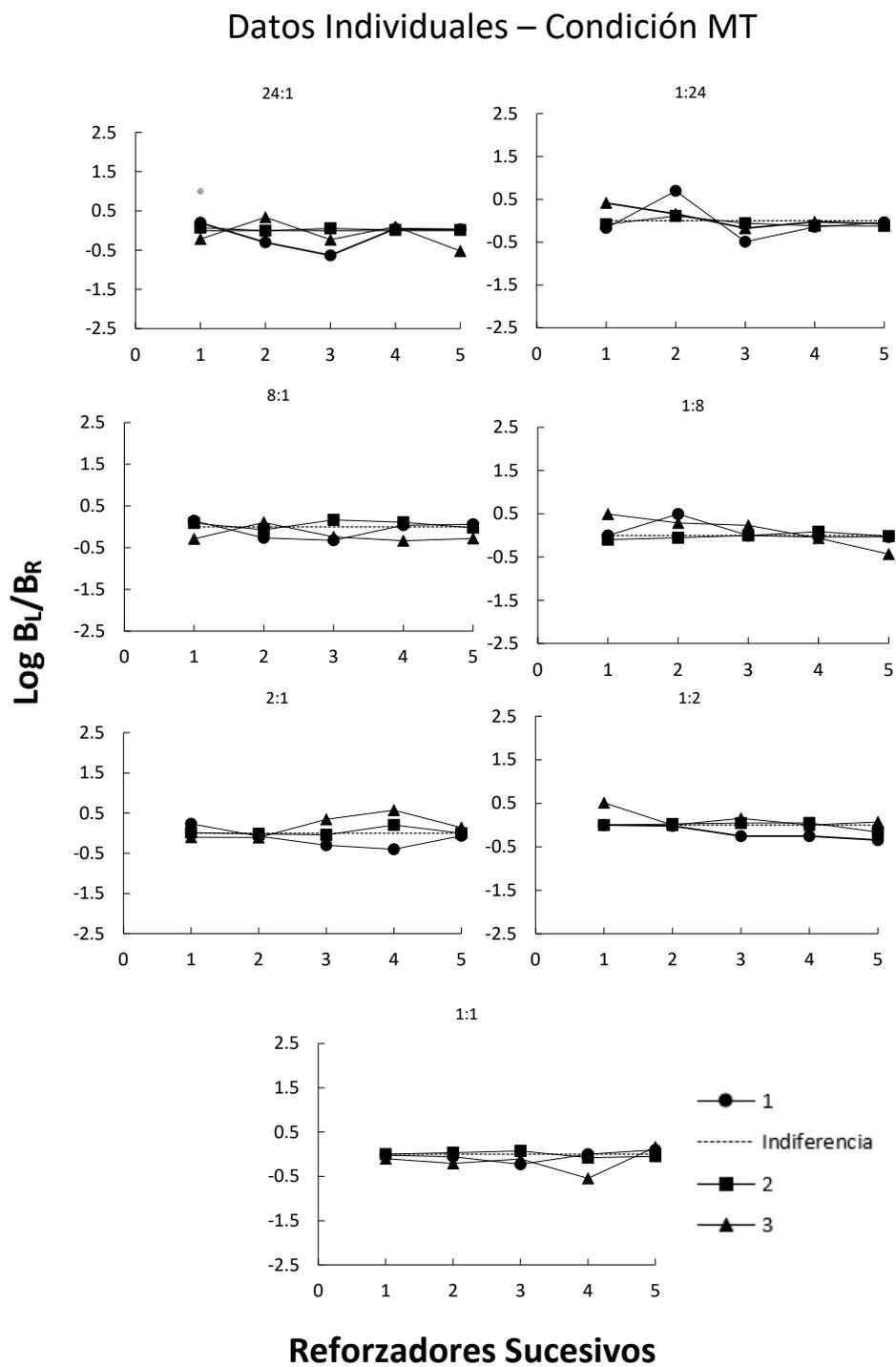


*Nota.* Los puntos negros indican las respuestas totales emitidas al finalizar la sesión para un participante en la condición indicada en la abscisa. La caja es el rango intercuartil y la línea horizontal en cada caja es la mediana. El área gris corresponde a la estimación de densidad de la distribución utilizando el método de Sheather-Jones (Kampstra, 2008)

La Figura 9 muestra el logaritmo de las razones de respuesta izquierda/ derecha (Baum, 1974; Baum & Rachlin, 1969) como función de la entrega de cada reforzador dentro de un componente (Davison & Baum, 2000). Las razones de respuesta fueron calculadas conjuntado los datos de todas las sesiones para cada componente, distinguiendo entre entregas de reforzamiento. Las funciones corresponden a cada participante en la condición MT. Se puede apreciar que las razones de respuesta no variaron de manera sistemática para todos los componentes. En su lugar, las razones de respuesta fluctuaron alrededor de la línea de indiferencia para todos los componentes. Este hallazgo sugiere una falta de sensibilidad al reforzamiento para los participantes que se encontraban en la condición MT con los blancos móviles. Esto a pesar de las diferencias en la razón de reforzamiento programada para cada opción.

Figura 9.

Logaritmo de las razones de respuestas izquierdas sobre las derechas como función de los reforzadores entregados de manera sucesiva en la condición MT.

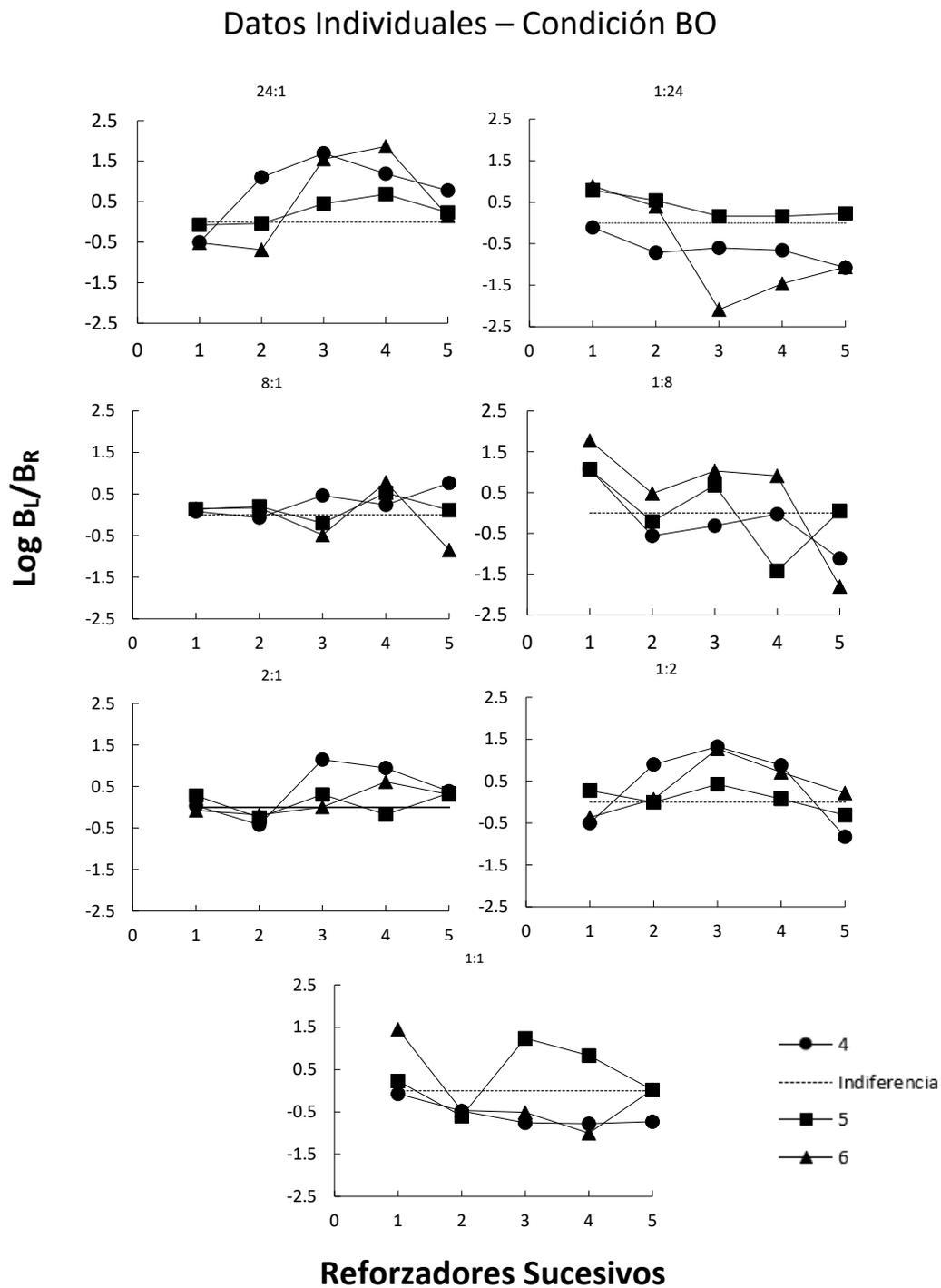


Nota. Cada serie es un individuo. La línea recta punteada indica indiferencia.

La Figura 10 muestra el mismo análisis para la condición BO. Los primeros dos paneles superiores de la Figura 10 muestran los componentes en los que había más disparidad en la frecuencia de reforzamiento que ofrecía cada alternativa. En ambos componentes, se puede observar como las razones de respuestas cambian de manera progresiva hacia el lado más favorable como función de la entrega de los reforzadores. Los paneles en la segunda fila muestran los componentes 1:8 y 8:1. Para el primero de estos componentes, el desarrollo de la preferencia hacia el lado derecho es claro. Sin embargo, en el caso del componente 8:1 las razones de respuesta muestran una transición menos pronunciada (los valores son diferentes en las ordenadas). A pesar de que los puntos de datos se encuentran del lado izquierdo a partir de la entrega del tercer reforzador, el efecto de este componente no es tan claro como en el resto. Al llegar a la tercera fila, se presentan los componentes con la menor diferencia de reforzamiento relativo: 1:2 y 2:1. En estos componentes, la transición al lado favorable disminuye en claridad. Es de resaltar el caso del componente 1:2, en el cual las funciones individuales presentan un patrón de variación irregular. Inclusive, a partir de la entrega del segundo al cuarto reforzador, la preferencia parece desarrollarse hacia el lado menos favorable, terminando la mayoría de las funciones cercanas a la indiferencia. Por otro lado, la dirección de variación parece más clara para el componente 2:1, habiendo un claro desarrollo de las funciones individuales hacia el lado con mayor frecuencia de reforzamiento. Por último, la cuarta fila de la Figura 10, muestra el componente en el cual el reforzamiento era igual en cada lado. Para este componente, los Participantes 4 y 6 mostraron una ligera tendencia hacia el lado derecho mientras que el participante 5 mostró preferencia por el lado izquierdo. En conclusión, la transición hacia el lado más favorable es más clara cuando la diferencia en la razón de reforzamiento es más pronunciada. A medida que esta diferencia disminuye, la transición al lado más favorable es menos clara.

Figura 10.

Logaritmo de las razones de respuestas izquierdas sobre las derechas como función de los reforzadores entregados de manera sucesiva en la condición BO.



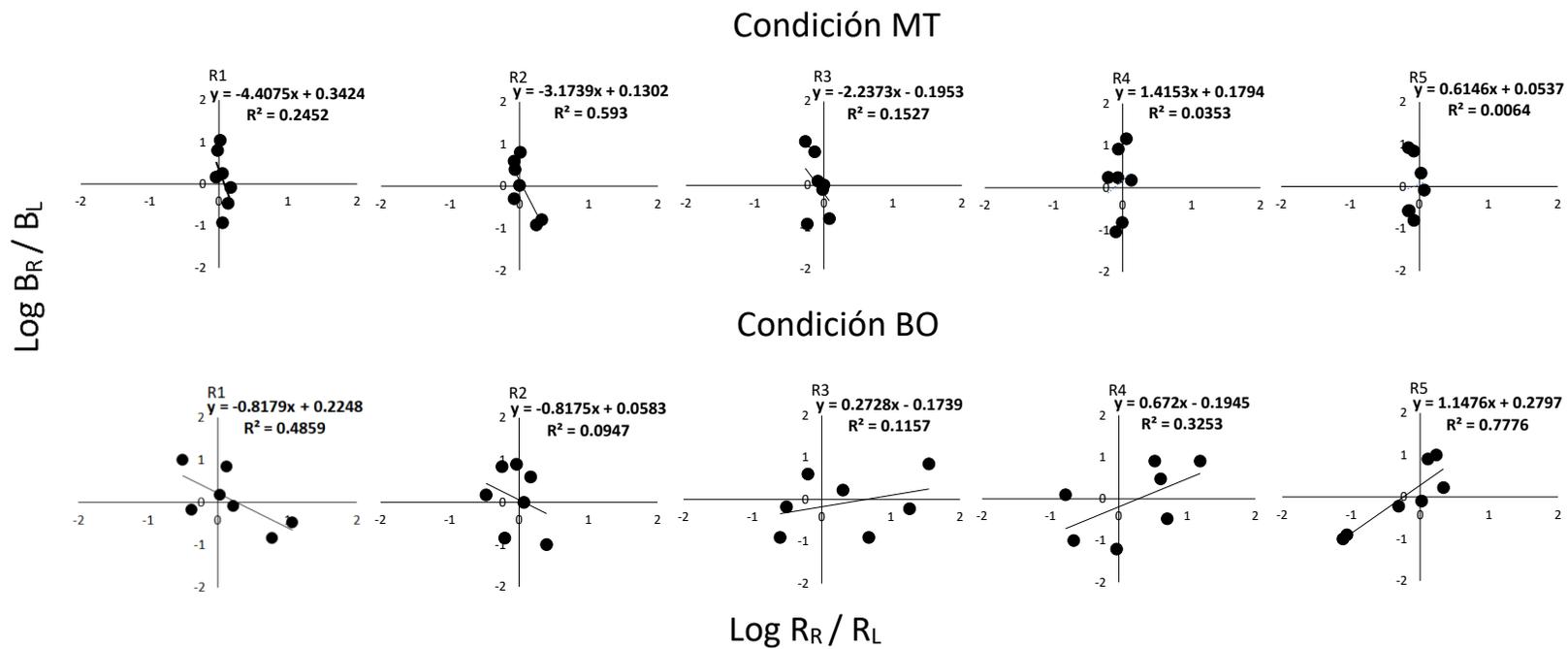
Nota. Cada serie es un individuo. La línea recta punteada indica indiferencia.

Un análisis muy importante es en términos de la sensibilidad al reforzamiento. Para estimar la sensibilidad se utiliza la Ecuación 2, utilizando el logaritmo de las razones de respuesta y el logaritmo de las razones de reforzamiento. El uso de la Ecuación 6 solamente se justifica si las razones de respuesta varían de manera conjunta con las razones de reforzamiento para ambas condiciones y si la ley de igualación describe de manera adecuada a los datos (Catania, 1981; Dallery & Soto, 2013). Para verificar si esto ocurría, se procedió a conjuntar los logaritmos de las razones de respuestas y las razones de reforzamiento obtenidos de todos los participantes, en una sola distribución, separando únicamente estas distribuciones por componente, por condición (MT o BO) y por entrega de reforzamiento (Davison & Baum, 2000). Una vez que se tenían estas distribuciones, se calculó la media de las distribuciones de razones de respuesta y razones de reforzamiento en cada componente distinguiendo por entrega de reforzamiento. Con estos estadísticos de resumen se construyeron diagramas de dispersión que mostraran el logaritmo de las razones de respuestas izquierda/derecha como función de las razones obtenidas de reforzamiento izquierda/ derecha.

El análisis se muestra en la Figura 11. La primera fila corresponde a los diagramas de dispersión para la condición MT. En esta condición, se puede apreciar la falta de covariación de los logaritmos de respuesta como función de los logaritmos de las razones de reforzamiento. Los puntos de información forman una línea vertical, lo cual indica que no hubo diferenciación tanto para las razones de respuesta como para las razones de reforzamiento obtenidas a lo largo de los componentes programados. Los valores de bondad de ajuste ( $r^2$ ) para la ley de igualación generalizada son muy bajos y varían de forma no sistemática conforme ocurren las entregas de reforzamiento. Debido a esta situación, los valores de  $k$  estimados no pueden ser considerados como indicadores de sensibilidad al reforzamiento (Dallery & Soto, 2013). La segunda fila de la Figura 11 muestra los diagramas de dispersión para la condición BO. En esta condición, si hay una diferenciación clara de las razones de reforzamiento obtenidas para cada componente. También, las razones de respuesta cambian dependiendo del componente al que pertenecían. Por otro lado, los valores de bondad de ajuste son mayores a la condición anterior desde un inicio e incrementan como función de la entrega de reforzadores.

Figura 11.

Diagramas de dispersión del logaritmo de razones de respuesta como función del logaritmo de las razones de reforzamiento para cada entrega de reforzamiento.



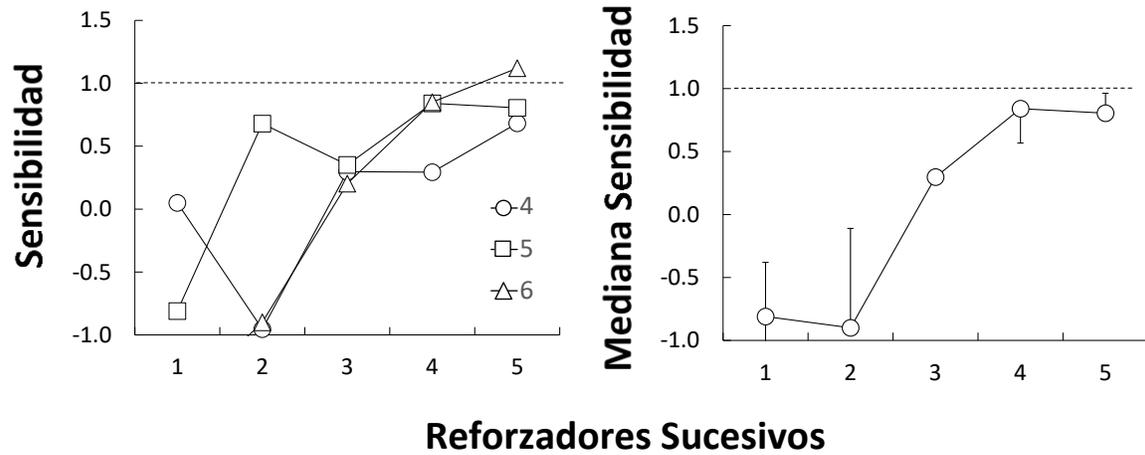
*Nota.* La fila superior corresponde las entregas de reforzamiento en la condición MT. La fila inferior corresponde a las entregas de reforzamiento para la condición BO. Las entregas de reforzamiento van de izquierda a derecha.

Debido a que la covariación de los logaritmos de razones de respuesta como función de los logaritmos de razones de reforzamiento sólo ocurrió para la condición BO, se decidió calcular los valores de sensibilidad para cada participante solamente para esta condición utilizando la Ecuación 2. La Figura 12 muestra los valores de sensibilidad al reforzamiento obtenidos como función de la entrega sucesiva de reforzadores para la condición BO. El panel izquierdo muestra las curvas individuales de cada participante. Al comparar las funciones, el patrón es consistente: curvas negativamente aceleradas durante la entrega sucesiva de reforzadores. Cada curva muestra un aumento pronunciado de la sensibilidad al reforzamiento hasta llegar al tercer reforzador. A partir de este punto, el crecimiento se desacelera hasta concluir el componente. Antes de la entrega del quinto reforzador, dos participantes mostraron sub-igualación con valores cercanos a la igualación perfecta (1.0), mientras que un solo participante muestra sobre igualación en este punto.

El panel derecho muestra las medianas de los valores de sensibilidad. Las barras de error alrededor de la mediana representan el rango intercuartil (el error inferior es la distancia entre  $Q_1$  a  $Q_2$  y el error superior de  $Q_2$  a  $Q_3$ ). En esta función, se puede apreciar que el patrón general de desarrollo de sensibilidad al reforzamiento es una curva negativamente acelerada. Finalmente, algo a destacar sobre las ejecuciones individuales y la función de grupo es el comienzo en valores negativos. En la literatura, se ha mostrado que cuando se hace un análisis con respuestas es común la presencia de valores negativos al inicio de un componente (Davison & Baum, 2000). Esto ocurre debido a la presencia de “arrastre” de la fase anterior (Davison & Baum, 2002). En el caso de este estudio, el arrastre parece ser más pronunciado, a pesar de las separaciones programadas entre componentes.

Figura 12.

*Sensibilidad al reforzamiento obtenida como función de cada reforzador sucesivo en la tarea BO.*

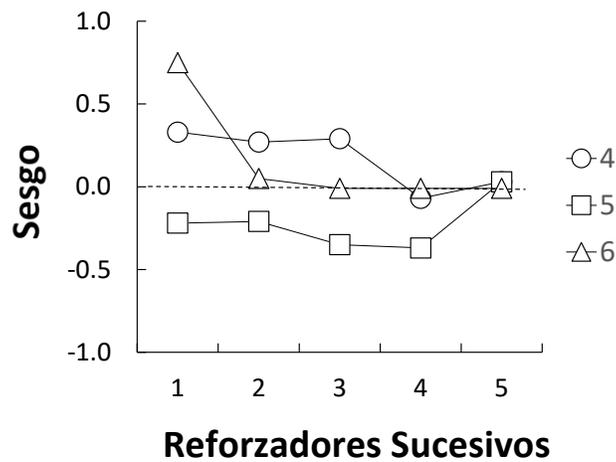


*Nota.* El panel izquierdo muestra las funciones individuales de cada participante. El panel derecho muestra una función construida a partir de las medianas de los participantes para cada reforzador entregado. Las barras de error representan rangos intercuartil alrededor de la media.

En los análisis anteriores, se planteó la posibilidad de la presencia de un sesgo sistemático hacia un lado particular en los participantes en la condición BO. Para verificar si existía este sesgo sistemático, se realizó un análisis del parámetro de sesgo, reforzador por reforzador, para cada participante. La Figura 13 muestra este análisis.

Figura 13.

*Valor de sesgo como función de la entrega sucesiva de los reforzadores en un componente en la condición BO.*



*Nota.* Cada serie es un participante. La línea punteada indica el responder de manera no sesgada hacia un lado en particular.

Para el Participante 4 y 6, existe un sesgo al responder hacía la izquierda. Este sesgo se desvanece conforme se entregan los reforzadores en el componente. En el caso del participante 5, el sesgo es hacía el lado derecho. A diferencia de los otros participantes, el sesgo parece mantenerse hasta el final del componente, donde termina por desvanecerse. Considerando las funciones obtenidas, el sesgo en responder no es sistemático hacía un lado en específico.

### Discusión.

El objetivo principal de este estudio fue evaluar los efectos de variar la modalidad de respuesta en la dinámica de elección. En concreto, se buscó evaluar si se desarrollaba sensibilidad al reforzamiento entre las diferentes modalidades de respuesta utilizadas. Los resultados replicaron sistemáticamente los hallazgos de Krägeloh, et al (2010) y Davison y Baum (2000) solamente para el caso de la tarea que utilizó botones (BO) (Figuras 10 y 12). Cuando se utilizó esta tarea, el cambio en las razones de respuesta al lado más favorable fue claro a medida que aumentaba la diferencia en reforzamiento relativo en las opciones disponibles. También, se obtuvieron curvas de desarrollo de sensibilidad al reforzamiento con la misma forma funcional: una curva negativamente acelerada. A pesar de la semejanza de los resultados obtenidos en este en la condición BO respecto a los de la literatura previa, existen algunas diferencias. En su estudio, Krägeloh, et al (2010) reportaron curvas negativamente aceleradas divididas en dos tipos: 1) participantes con sub-igualación marcada (valores de sensibilidad alrededor de 0.4) y 2) participantes que alcanzan valores por encima de 1.0 (sobre igualación). Al inspeccionar su figura de datos individuales, es clara la presencia de alta variabilidad entre participantes. En la condición de los botones (BO) de este estudio se encontró considerablemente menos variabilidad entre participantes, siendo las curvas individuales más parecidas entre sí y con un crecimiento sistemático hacía la igualación estricta (1.0) (Figura 12). De hecho, el valor máximo de sensibilidad al reforzamiento en este estudio fue de 1.12, mostrado por el Participante 6 antes de la entrega del quinto reforzador. Un análisis de los valores de sesgo indicó variación no sistemática de este valor, lo cual indica que el sesgo hacia un lado no fue consistente en los tres participantes en esta condición (Figura 13). Otro aspecto que

considerar implica la presencia de valores negativos de sensibilidad al principio de cada fase. Se debe tomar en cuenta que los valores negativos suelen indicar un arrastre de los componentes previos. La presencia de mayor arrastre de los componentes previos parece ser una situación específica del uso de los botones. Sin embargo, esto requiere mayor indagación empírica. En general, los resultados se aproximan a los reportados en la literatura animal (Davison y Baum, 2000). Debido a la sistematicidad de los resultados y su correspondencia con la literatura previa, se aporta evidencia que apunta a la ausencia de un efecto residual de la historia del reforzamiento cuando se utilizan botones en la modalidad de respuesta con humanos.

Los resultados para la tarea de los blancos móviles no fueron los esperados. Krägeloh, et al (2010) utilizaron esta modalidad de respuesta para replicar los efectos reportados por Davison & Baum (2000), por lo que a primera vista el resultado obtenido en este estudio parece ser contradictorio. Se puede elaborar una explicación tentativa a lo ocurrido. El tiempo que un participante pasa siguiendo un blanco móvil puede interferir con la manera en que experimenta los tiempos entre reforzadores programados. Si un participante se encuentra siguiendo un blanco en la pantalla, entonces está invirtiendo tiempo ante una alternativa sin producir una respuesta. Podría suceder que se haya cumplido el intervalo de tiempo en esa opción, pero el participante aun no obtiene el reforzador porque está siguiendo el blanco móvil. Si lo continúa siguiendo sin acertar, el participante no recibiría la consecuencia y, a la larga, no contactaría con precisión los intervalos programados. Además, se debe de recordar que se utilizaron programas concurrentes independientes en este estudio, por lo que un programa individual continuaba corriendo mientras un participante respondía en la otra alternativa. Así, entre más demore un participante en seguir un blanco, se hace más probable que se cumpla el intervalo de tiempo en la otra alternativa, por más desfavorable que sea. Si sumamos al primer argumento, el hecho de que, al cambiar de alternativa, y una vez pasada la penalización, el participante podría obtener el otro reforzador de manera inmediata si tardaba lo suficiente, entonces las contingencias programadas pueden distanciarse de lo experimentado durante las sesiones. Si se examina la Figura 11, se observa que los puntos de información se agrupan en un línea corta y vertical para los paneles de la fila superior (condición MT).

Este patrón indica que la variable en la abscisa, el logaritmo de la razón de reforzamiento izquierdo/derecho obtenido, parece ser aproximadamente igual en cada par ordenado.

El uso de botones permitió a los participantes responder con más frecuencia (Figura 8). El hecho de que no haya restricciones para responder genera que los participantes respondan frecuentemente y, por lo tanto, muestreen con más frecuencia las alternativas. La libre respuesta y el responder con más frecuencia, haría más probable que en cuanto se cumpla un intervalo, se entregué el reforzador en las alternativas. A la larga, esto haría que los tiempos entre reforzadores obtenidos fueran más parecidos a los programados, como se aprecia en los paneles de la fila inferior de la Figura 11. Desde un punto de vista funcional, el utilizar un parámetro de cambio de 300 ms reforzaría un seguimiento más rápido de los blancos móviles, ya que estos se moverían a mayor velocidad. El resultado de reforzar un seguimiento más rápido podría provocar un incremento en la frecuencia respuestas y una reducción de los tiempos entre respuestas. Si el participante responde con más frecuencia, se vuelve más probable que reciba la consecuencia en cuanto un intervalo se cumpla en un programa. El resultado final podría ser el desarrollo de sensibilidad al reforzamiento.

Esta explicación no entra en contradicción con los hallazgos de Madden & Perone (1999). En su estudio, ellos utilizaron un diseño de estado estable, lo que significó una mayor exposición a los participantes a un mismo programa concurrente de intervalo variable. Si se tiene en cuenta el mayor tiempo de exposición de los participantes al procedimiento y el uso de programas con diferencias más pronunciadas entre los intervalos promedios que constituían a cada alternativa (ie. IV 410s IV 65s) entonces, con el paso de las sesiones, se garantizaba el contacto de los participantes con las contingencias. Por lo tanto, la clara diferenciación y exposición prolongada ante razones de reforzamiento bien diferenciadas permitiría observar orden en las razones de respuestas (Baum, 1973; 2018). Con base en esta lógica, se podría predecir que el reducir el parámetro de cambio de los blancos reforzaría un seguimiento más rápido y una mayor frecuencia de respuestas. Esto podría respaldarse al evaluar los tiempos entre respuesta de los participantes. Este argumento podría ser respaldado si se observa el desarrollo de sensibilidad al reforzamiento. El siguiente experimento tuvo como propósito variar el parámetro de cambio de velocidad de los blancos móviles.

## Experimento 2: variación del parámetro de cambio del blanco móvil

El objetivo de este segundo experimento fue variar la velocidad de cambio del blanco móvil utilizando el mismo tipo de modalidad de respuesta y el mismo parámetro de cambio del blanco móvil que en el estudio de Krägeloh, et al (2010).

### Método

#### Participantes

Se reclutó a 3 estudiantes de licenciatura de los primeros semestres de entre 18 y 25 años de la carrera de Psicología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Al igual que en el primer experimento, se ofreció a los participantes una remuneración monetaria por las sesiones experimentales realizadas, así como el obsequio de un libro sobre metodología de la investigación.

#### Aparatos

Se utilizó el mismo equipo y la misma localización que en el experimento anterior.

#### Procedimiento

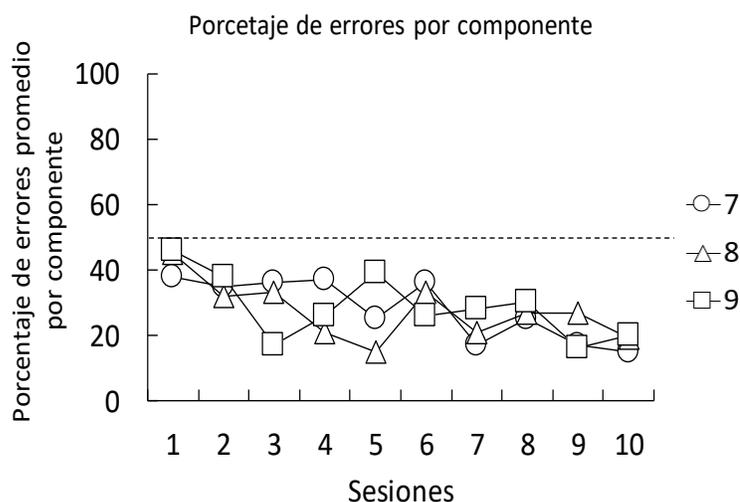
El procedimiento utilizado en este experimento fue idéntico al utilizado en el experimento anterior para la condición MT. La única variación fue la manipulación del parámetro que regulaba el cambio de los blancos móviles. Se cambió este parámetro a un cambio de posición cada 300 ms. Las instrucciones fueron las mismas que en el experimento anterior.

## Resultados

La Figura 14 muestra el porcentaje promedio de errores que cometían los participantes al seleccionar un blanco móvil como función de las sesiones experimentales. Un error era una respuesta emitida ante el fondo de la pantalla sin coincidir con el área que ocupa el blanco móvil. Las ejecuciones de los 3 participantes son muy similares. Al principio de las sesiones, el porcentaje de errores era muy alto, llegando incluso a valores cercanos al 50%.

**Figura 14.**

*Porcentaje promedio de errores cometidos por componente como función de las sesiones experimentales.*



*Nota.* Cada función es un participante. La línea puntuada indica el 50% de errores cometidos en una sesión.

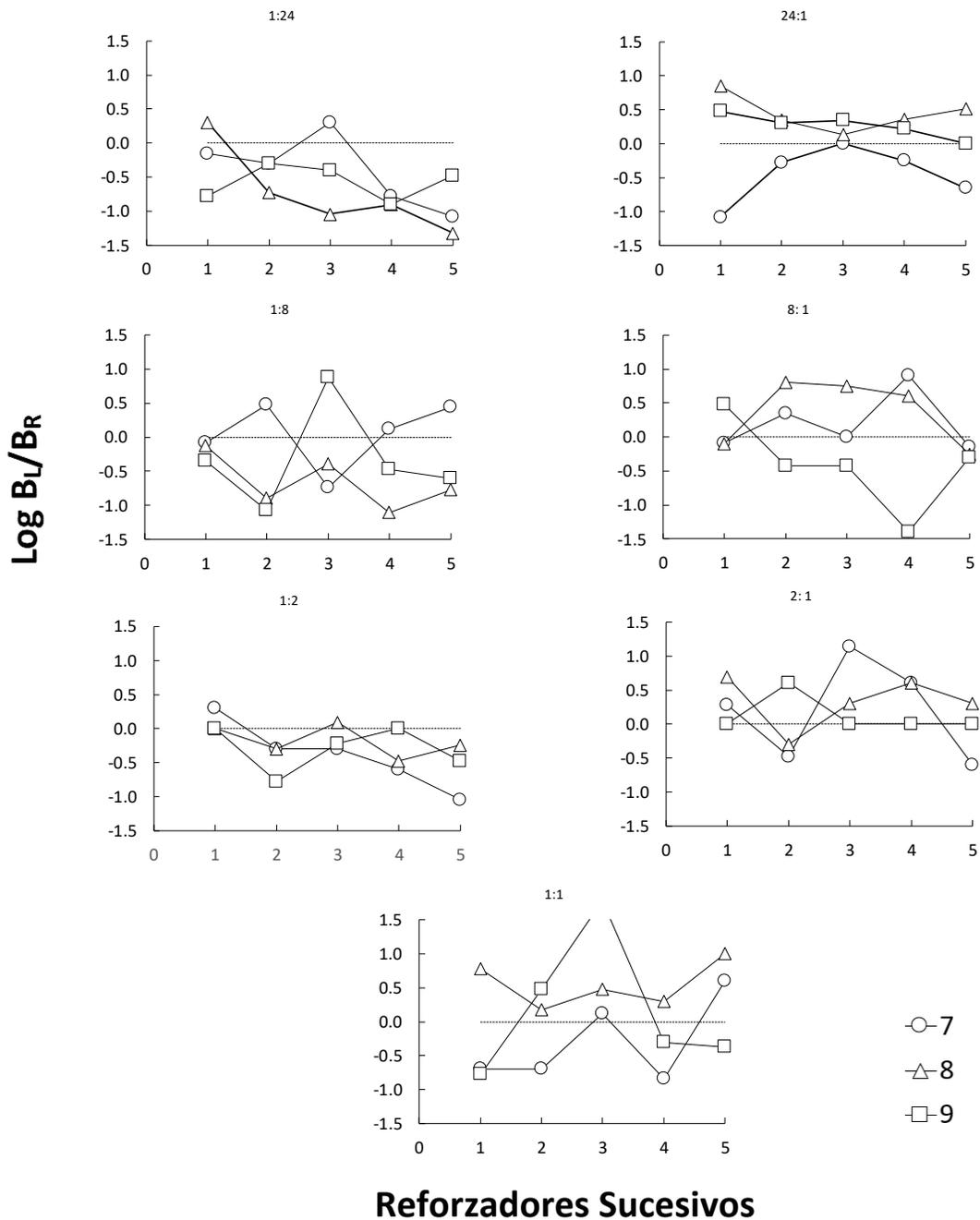
Sin embargo, conforme transcurrían las sesiones, el porcentaje disminuyó y pareció estabilizarse para los tres participantes. Se utilizó un coeficiente de variación relativo para verificar el grado de semejanza del error en los participantes. Se dividió la desviación estándar de la tasa de error en una sesión sobre la media de tasa error de esa sesión. Durante las últimas 4 sesiones, el valor de este coeficiente fue menor a 0.4. A pesar de lo anterior, el porcentaje se mantuvo en niveles relativamente altos. De hecho, el porcentaje de error variaba alrededor de un valor de 20 % para las últimas 3 sesiones. Considerando que los niveles de error se redujeron y se asemejaron en los participantes a partir de las últimas 4 sesiones, se

decidió realizar lo análisis posteriores tomando en cuenta solamente las respuestas efectivas ante los blancos correspondientes a las últimas 4 sesiones.

La Figura 15 muestra el logaritmo de las razones de respuesta izquierda/derecha como función de la entrega sucesiva de reforzadores para cada participante. En esta ocasión, se observa que existe una transición clara hacia la opción más favorable en las razones de respuesta. La primera fila muestra los datos para los componentes donde había mayor diferencia en la razón de reforzamiento (1:24, 24:1). En estos componentes, la transición hacia el lado más favorable fue clara para todos los participantes. Una excepción es el participante 7, que, a pesar de mostrar una tendencia positiva hacia el lado izquierdo en el componente 24:1, sus respuestas siempre estuvieron en el lado derecho. La siguiente fila muestra los componentes 1:8 y 8:1. Para este caso, la mayoría de las funciones muestra un cambio hacia el componente más favorable. Sin embargo, algo similar al componente anterior ocurre en el componente 8:1. En esta ocasión, es el participante 9 quién presenta una transición hacia el lado opuesto y menos favorable. En la tercera fila, se muestran los componentes 1:2 y 2:1. En estos componentes, las ejecuciones presentan menos variabilidad y se encuentran del lado más favorable. Por último, el panel que se encuentra hasta abajo muestra las ejecuciones individuales en el componente donde se ofrecían reforzadores con la misma frecuencia ante cada alternativa. Para este caso, la variabilidad es pronunciada. El participante 8 muestra una tendencia a la izquierda, el 9 a la derecha y 7 una función muy variable. En general, el incremento en las diferencias de la razón de reforzamiento en los componentes parece no presentar un efecto de distanciamiento cuantitativo entre componentes en la transición de las razones de respuesta al lado más favorable.

**Figura 15.**

*Logaritmo de las razones de respuestas izquierdas sobre las derechas como función de los reforzadores entregados de manera sucesiva.*

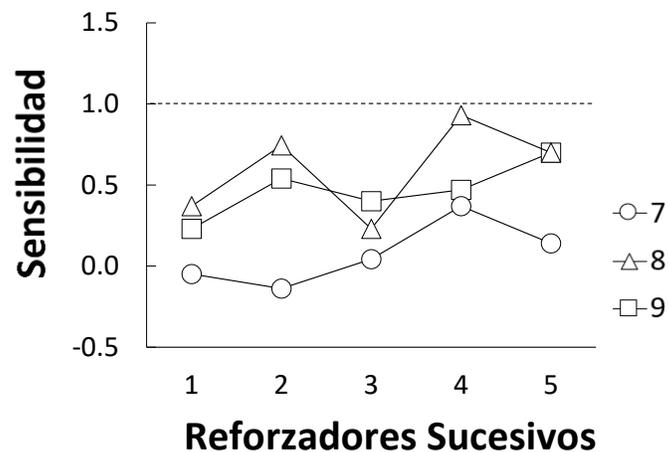


*Nota.* Cada serie es un individuo. La línea recta punteada indica indiferencia.

Con base en el análisis anterior, se utilizó la Ecuación 6 para obtener los valores de sensibilidad al reforzamiento, reforzador por reforzador. La Figura 16 muestra este análisis. Las funciones individuales muestran una tendencia positiva, marcando un incremento en la sensibilidad al reforzamiento conforme ocurren los reforzadores. Sin embargo, hay una alta variabilidad entre sujetos. Para el participante 7 y 8, los valores son positivos, con un último valor final de sub-igualación. Para el participante 9, el desarrollo de sensibilidad al reforzamiento es muy lento, mostrando una sub-igualación muy marcada al finalizar el componente.

**Figura 16.**

*Sensibilidad al reforzamiento obtenida como función de cada reforzador sucesivo.*

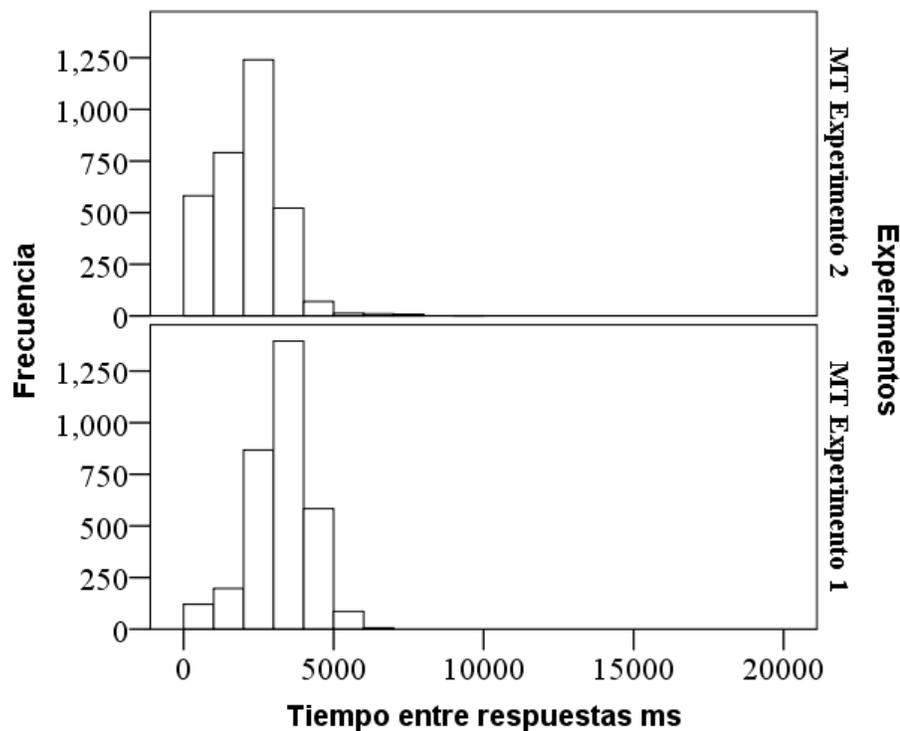


Por último, se realizó un análisis de los tiempos entre respuesta producidos por cada participante en la tarea MT para el Experimento 1 y 2. Para este análisis, se utilizó como variable dependiente los tiempos entre respuesta totales por componente a lo largo de todas las sesiones para cada participante. Esto se realizó para todas las sesiones en la condición MT en el Experimento 1 y para las últimas 4 sesiones en el Experimento 2. Al conjuntar los datos de todos los participantes, se obtuvieron dos distribuciones de tiempos entre respuesta. La Figura 17 muestra los histogramas de las distribuciones correspondientes a la condición MT del Experimento 1 y los datos del Experimento 2. Ambos histogramas comparten un mismo eje de abscisas para facilitar la comparación de distancia cuantitativa. Para estimar

centralidad bajo estas condiciones, se decidió utilizar una media recortada al 20% (Wilcox, 2017). Para fines de visualización de datos, se utilizó 20000 ms como límite superior. Los tiempos entre respuestas en la tarea de los blancos móviles son menores en el Experimento 2. Al inspeccionar la Figura 12, se aprecia que la diferencia entre las distribuciones es de casi un segundo en promedio ( $\Delta M = -1136.998$ ,  $SE = 26.09$ ).

**Figura 17.**

*Tiempos entre respuestas en las dos condiciones que utilizaron blancos móviles.*



*Nota:* Los datos de cada participante en cada condición se juntaron en distribuciones únicas.

Se buscó realizar un contraste probabilístico de diferencia de medias para ambas distribuciones de tiempos entre respuesta. Para ello, primero se realizó un análisis de bondad de ajuste para cada distribución con el propósito de evaluar normalidad. Se utilizó la prueba Shapiro-Wilk (Casella & Berger, 2002). La prueba reveló evidencia de ausencia de normalidad, tanto para la tarea de blancos móviles con el parámetro de cambio en 2000

ms  $W(3258) = .217 p < .0001$ , como para la tarea con el parámetro de cambio en 300 ms  $W(3239) = .964 p < .0001$ . Debido a 1) las condiciones de sesgo en las distribuciones, 2) las diferencias del número de observaciones que conformaban cada distribución y 3) la presencia de heteroscedasticidad, se decidió utilizar el contraste de diferencia de medias propuesto por Yuen (1974). La técnica consiste en un contraste una diferencia de medias recortadas al 20% y la winzorización de las desviaciones estándar utilizadas para estimar el error estándar de la diferencia (Wilcox, 2017). Este contraste es una versión robusta para comparar medias, diseñada para lidiar con las condiciones mencionadas anteriormente. Los resultados de este contraste muestran evidencia de diferencias entre las medias de las distribuciones  $T_Y(3780.291) = 43.57 p < .0001$ . El intervalo de confianza de la diferencia de medias revela que la diferencia entre los tiempos entre respuesta para ambas distribuciones es, en promedio, de casi un segundo  $CI\ 95\ \% [-1188.153, -1085.843]$ . Por último, se estimó el tamaño del efecto utilizando la modificación de Algina, et al., (2005) al estadístico  $d$  de Cohen para una estimación de efecto estandarizada más robusta. El resultado indicó un efecto sistemático al cambiar la velocidad de cambio del blanco móvil  $\delta t = -1.15$ . La diferencia entre la tarea del Experimento 1 y la del Experimento 2 separó en promedio los tiempos entre poco más de una desviación estándar completa. En conclusión, se encontraron diferencias sistemáticas en los tiempos entre respuestas al comparar la tarea de blancos móviles con diferentes valores de cambio.

### **Discusión.**

Aumentar la velocidad del parámetro de cambio de los blancos móviles permitió observar la transición de las razones de respuesta hacia el lado más favorable en cada componente. Esta transición fue menos pronunciada en comparación con la tarea de los botones (apreciar la diferencia en los ejes en las Figura 10 y 15). Al igual que en la tarea de los botones, las diferencias en las proporciones de reforzamiento por componente producían preferencia al lado favorable sin mostrar diferencias cuantitativas entre componentes. En el caso del desarrollo de la sensibilidad al reforzamiento, las ejecuciones mostraron una mayor variabilidad entre participantes (Figura 16).

La diferencia entre el parámetro de cambio de los blancos móviles en la pantalla permitió el desarrollo de la preferencia al variar la frecuencia del reforzamiento en ambientes rápidamente cambiantes. Los patrones obtenidos replican directamente los resultados de Krägeloh, et al (2010). Por otro lado, estos resultados aportan validez al argumento esbozado previamente sobre la relación entre variables como la inmediatez del reforzamiento y la velocidad al responder. Los participantes se tardaban menos tiempo entre emisiones de respuesta en el Experimento 2 respecto al Experimento 1. Finalmente, cuando se comparan los resultados del Experimento 1 con la tarea de los botones y los resultados del Experimento 2 con la tarea de los blancos móviles algunas diferencias son claras. Primero, los resultados indican que existe un mayor arrastre de los componentes para la tarea de los botones en relación con la de los blancos móviles. Segundo, las ejecuciones son considerablemente más variables cuando se utilizaron los blancos móviles en comparación a los botones. En conclusión, la tarea de los botones parece producir ejecuciones menos variables y más cercanas a lo reportado en la literatura, en la medida en que las curvas conservan la forma de una función negativamente acelerada. Los hallazgos se discuten a mayor profundidad y desde un punto de vista teórico en la sección de discusión general al final de este capítulo.

## El estudio de la señalización ordinal por componente <sup>17</sup>

Siguiendo el objetivo general planteado al principio del capítulo, se continuará con la exploración experimental de la segunda variable independiente planteada bajo un procedimiento de elección con seres humanos. De acuerdo con los trabajos de revisión de la literatura, el uso de un *arreglo horizontal de luces que funcionan como estímulos discriminativos para la tasa de reforzamiento* ha sido la fuente de algunas de las diferencias más importantes a nivel metodológico entre estudios con humanos (Kollins, et al, 1997; Horne & Lowe, 1993). Un ejemplo del uso de este arreglo fue el experimento de Ruddle, et al (1979). El procedimiento comenzaba con una sesión de entrenamiento donde solo funcionaba el operando derecho. Cinco programas de reforzamiento de intervalo variable estaban relacionados *de manera ordinal* con un arreglo de cinco luces ámbar, de tal manera que la luz que estaba hasta la izquierda señalaba la disponibilidad del programa de intervalo variable más favorable en el operando derecho. Conforme las luces se encendían hacia el lado derecho, el programa en el operando derecho se volvía menos favorable (de izquierda a derecha IV 8, 17, 51, 171, 720 segundos). A partir de la segunda sesión, se introdujo un operando izquierdo. Este operando funcionaba bajo un programa de intervalo variable que se mantenía constante para evaluar la distribución de las respuestas a cada lado conforme transcurrían las fases. El desempeño de los participantes en un solo operando (fase 1) fue descrito con precisión por la hipérbola de Herrnstein (1970), mientras que para la fase con ambos operandos (fase 2) el desempeño se ajustó de manera precisa a la ley de igualación (Baum, 1973).

Debido a que los estudios realizados indicaban una relación entre el uso del arreglo y el desarrollo de sensibilidad al reforzamiento (Bradshaw, et al., 1976; Bradshaw, et al., 1981; Bradshaw & Szabadi, 1988; Ruddle, et al., 1979), Horne and Lowe (1993) realizaron una serie de experimentos para tratar para determinar si este arreglo experimental era la posible fuente de diferencias en los estudios humanos. Los autores analizaron los efectos de las siguientes variables: 1) el arreglo ordinal de los estímulos discriminativos, 2) la

---

<sup>17</sup> Esta sección junto con los Experimento 3, 4 y 5 fueron originalmente escritos en inglés y fueron hechos en colaboración con el Dr. Baum y el Dr. Bell en Estados Unidos.

presencia / ausencia de una demora al cambio, y 3) instrucciones explícitas que describían la relación ordinal que los estímulos tenían con los programas en funcionamiento. En su Experimento 3 y 4, los autores replicaron las condiciones programadas por Ruddle, et al (1979), utilizando el mismo arreglo horizontal de estímulos discriminativos descrito previamente (fase 3 sin una demora al cambio y la fase 4 incluyéndola). En esas condiciones, se encontró que, para la mayoría de los sujetos, el desempeño era muy cercano a la igualdad (para 3 de los 5 sujetos, las sensibilidades fueron de 0.98, 0.79 y 0.56 para el experimento 3). Adicionalmente, en el Experimento 5 y 6, los autores analizaron el papel que tenían las instrucciones explícitas en el desempeño de los participantes (las instrucciones indicaban al participante la relación ordinal que existía entre los estímulos discriminativos y la frecuencia de reforzamiento ie. “vas a encontrar más puntos disponibles cuando los círculos estén iluminados con ciertas formas”). Se observó sobre-igualación, con un desvío hacia valores extremos que ocurría gradualmente conforme pasaban las sesiones. Horne and Lowe (1993) concluyeron que la información ordinal proporcionada por el uso de los estímulos discriminativos estaba directamente relacionada con la emergencia de patrones de comportamiento muy cercanos a la igualdad estricta (1.0) en seres humanos. También, discutieron la posibilidad de que la información ordinal proporcionada por el arreglo horizontal de estímulos discriminativos podría producir la emergencia de conducta verbal en los participantes. Esta hipótesis se vio potenciada por la correspondencia encontrada entre el desempeño de los sujetos y sus reportes verbales (los reportes describían las reglas que utilizaron durante el experimento).

¿Es necesario el uso de este arreglo de estímulos discriminativos ordinales para observar la igualdad en humanos? La evidencia sugiere no. Un primer ejemplo proviene de las primeras investigaciones de elección operante con humanos. Baum (1975) utilizó un procedimiento basado en la investigación de vigilancia humana (Holland, 1958). La tarea fue creada como un juego de batalla espacial. Los sujetos tenían que vigilar una pantalla traslucida de plástico para detectar señales (misiles) programadas de acuerdo con un programa de IV 30 s. Los participantes podían mantener cualquiera de dos teclas mientras se variaba las señales a lo largo del experimento. Los resultados mostraron que la razón de tiempo sosteniendo la tecla izquierda sobre la derecha igualaba muy de cerca la razón de detecciones logradas en la tecla izquierda sobre la derecha.

Otro ejemplo es el estudio de Madden y Perone (1999). Los autores evaluaron los efectos de introducir estímulos discriminativos y una respuesta de observación en el desempeño humano bajo programas concurrentes de reforzamiento. En su estudio, había cinco fases. En la primera fase, se le presentaba a los participantes una pantalla con un cuadrado dividido en dos rectángulos verticales. Dentro de cada rectángulo (un marco), había un blanco móvil que el participante tenía que seguir y presionar con el ratón de la computadora para producir una respuesta. Para poder seguir el blanco móvil en un marco diferente, se requería de una respuesta para producir el cambio. Los estímulos discriminativos se encontraban ausentes durante esta fase, mientras que la frecuencia de reforzamiento era variada en las dos alternativas de respuesta. En esta fase, se encontró una severa sub-igualación para todos los sujetos. Cuando empezó la segunda fase, se introdujo una respuesta de observación para que, al emitirse esta respuesta, los sujetos pudieran observar por un breve periodo de tiempo, estímulos discriminativos (colores diferentes en los dos marcos en los que podían responder los sujetos) que señalaban la disponibilidad de diferentes programas de intervalo variable. De nuevo, se encontró sub-igualación, ya que la frecuencia de la respuesta de observación era casi inexistente para dos de los tres sujetos. Sin embargo, en la tercera fase, se requería que los practicantes seleccionaran de qué marco de color habían recibido el reforzador que les acababan de entregar para poder continuar con la tarea. Esta manipulación causó que los valores de sensibilidad se aproximaran muy de cerca a la igualación para todos los sujetos. Se realizaron dos réplicas posteriores. En la replicación de la segunda fase (fase de la respuesta de observación), los valores de sensibilidad se acercaron de nuevo a la igualación y las respuestas de observación eran constantemente producidas. En la última replica (de la fase 1), los sujetos volvieron a mostrar sub-igualación debido a que los estímulos discriminativos estaban ausentes. Dos conclusiones pueden hacerse del estudio: 1) es importante que los sujetos hagan contacto funcional con los estímulos discriminativos en la situación experimental y 2) los estímulos discriminativos facilitan la discriminación de las fuentes de reforzamiento sin importar si se proporciona información ordinal.

En síntesis, los resultados experimentales descritos indican que patrones de respuesta cercanos a la igualación son posibles sin utilizar estímulos discriminativos (Baum, 1975). Por otro lado, el uso de estímulos relacionados con los programas de

reforzamiento disponibles en cada opción facilita la discriminación de las contingencias y puede ser un factor importante para permitir la emergencia de igualación en humanos (Madden & Perone, 1999). Generar las condiciones donde los estímulos discriminativos sean salientes y hagan contacto funcional con los sujetos es suficiente para que la igualación aparezca. Por lo tanto, cuando la discriminación se establece con base en los estímulos asociados a las fuentes de reforzamiento (diferentes luces o el lado de la fuente de reforzamiento) la igualación ocurre, sin importar el hecho de proporcionar información ordinal mediante los estímulos discriminativos (Baum, 1975; Madden & Perone, 1999).

Si todos estos argumentos se sostienen para los participantes humanos, entonces, ¿cómo deberían de entenderse los efectos de proporcionar información ordinal por medio de estímulos discriminativos? Algunos autores han discutido la posibilidad de que el usar arreglos de estímulo de este tipo promueve el involucramiento de la conducta verbal de los sujetos (Horne & Lowe, 1993; Madden & Perone, 1999). De ser cierto, entonces los procesos conductuales detrás de los diferentes estudios disponibles con humanos podrían ser diferentes. Una manera de comprobar lo anterior es estudiando la conducta de elección en transición utilizando un procedimiento de rápido cambio ambiental.

El efecto de señalar las alternativas en un procedimiento de elección utilizando distintos estímulos discriminativos utilizando un procedimiento de rápido cambio ambiental ya ha sido evaluado previamente por Krägeloh y Davison (2003) usando pichones. Se manipuló la presencia/ausencia de una demora al cambio y la señalización de las razones de reforzamiento utilizando distintos colores. Se encontró que, en las condiciones donde los estímulos señalaban diferencialmente las razones de reforzamiento, el logaritmo de las razones de respuesta estaba bajo el control de razón de reforzamiento del componente en turno desde antes de la entrega del primer reforzador del componente. Esto era evidente por un valor inicial alto en la sensibilidad al reforzamiento y por la baja pendiente de la función de sensibilidad al reforzamiento.

Actualmente, dos estudios han sido realizados utilizando el procedimiento de cambio ambiental rápido con humanos (Krägeloh, Zapanta, Shepherd & Landon, 2010; Lie, Harper & Hunt; 2009). En ambos, no se han proporcionado estímulos discriminativos a los participantes. Por ejemplo, en el estudio realizado por Krägeloh et al (2010) la frecuencia

del reforzamiento fue variada de manera sistemática dentro de una sesión en un procedimiento donde los sujetos tenían que seguir y dar clic sobre globos para hacerlos explotar. Krägeloh, et al. (2010) observaron un cambio gradual en las razones de respuesta como función de los reforzadores entregados. También, observaron el desarrollo de la sensibilidad al reforzamiento con tan solo la entrega de 5 reforzadores y pulsos de preferencia breves hacía el reforzador recién entregado. A pesar de la alta variabilidad entre participantes, los resultados fueron consistentes con la literatura animal (Krägeloh, Zapanta, Shepherd & Landon, 2010). Tomando en consideración estos hallazgos, ¿qué tipo de resultado se observaría al introducir estímulos discriminativos que proporcionen información ordinal sobre los programas de reforzamiento en operación en humanos? *El segundo objetivo específico de esta tesis y en el que se insertan los últimos tres experimentos fue manipular la presencia/ausencia del arreglo horizontal de estímulos discriminativos que proporcionan información ordinal acerca de la frecuencia de reforzamiento disponible en las distintas alternativas, como en los estudios descritos por Bradshaw, Ruddle & Szabadi (1981), usando un procedimiento de rápido cambio ambiental con participantes humanos.* Los resultados pueden ayudar a clarificar el papel de utilizar el arreglo horizontal de estímulos discriminativos ordinales previamente usado en la investigación de elección humana.

### Experimento 3. Efectos de la presencia/ausencia de estímulos discriminativos ordinales

#### Método

##### Participantes

Se reclutaron nueve estudiantes de licenciatura entre 18 y 21 años de la lista de estudiantes de licenciatura de la Universidad de Santa Clara en California. Se les proporcionó a los participantes un consentimiento informado y se les dijo que su participación era voluntaria. El estudio fue revisado y aprobado por el Comité Institucional de Revisión de la Universidad de Santa Clara.

##### Aparatos

Cada participante fue ubicado en un cubículo aislado. Se utilizó una computadora de escritorio Dell OptiPlex 7010. La computadora contaba con un ratón. El teclado se desconectó de la computadora para que los participantes solamente interactuaran con la pantalla y el ratón. La programación de la tarea experimental y la recolección de datos fue posible utilizando Visual Studio 2018 para Windows.

##### Procedimiento

Cuando los participantes llegaban al laboratorio, se les entregaba el consentimiento informado que describía las características del experimento. Una vez que los participantes leían el documento, se les pedía que lo firmaran. Después, eran conducidos a la habitación experimental. Una sesión experimental consistía en la presentación de varios programas de reforzamiento concurrentes que terminaban con la entrega de cinco reforzadores. De ahora en adelante, cada programa individual dentro de una sesión será llamado “componente”. La frecuencia del reforzamiento fue variada para cada componente de acuerdo con los valores presentados en la Tabla 3. El programa de reforzamiento, del cual se partió para variar la frecuencia de reforzamiento, era un programa concurrente independiente de IV 10s IV 10 s. Cada programa de intervalo variable estaba compuesto de 10 intervalos individuales. Los intervalos individuales seguían una función exponencial sin memoria (Feller, 1971) y

fueron generados de acuerdo con el método propuesto por Fleshler & Hoffman (1962). Al principio de cada componente, se generaban dos listas de intervalos (una para cada alternativa). Cuando un componente comenzaba, un intervalo de la lista correspondiente era seleccionado de manera aleatoria hacia cada operando. Cada vez que un reforzador era entregado, un nuevo intervalo era seleccionado (muestreo sin remplazo) y era asignado al operando. Debido a esto, cuando un sujeto respondía ante una alternativa, el tiempo en la otra alternativa también estaba corriendo.

**Tabla 3.**

*Configuraciones para los programas concurrentes para cada condición dentro de una sesión experimental.*

No. de la condición.	Programa en segundos	Razón
1	10 - 10	1 :1
2	10 - 20	2: 1
3	20 – 10	1: 2
4	10 – 80	8:1
5	80 - 10	1:8
6	240 – 10	1: 24
7	10 - 240	24:1

*Nota.* Cada componente fue presentado dos veces. Una vez para la condición DS y otra para la condición NDS. Lea el texto para mayor detalle.

La presencia/ausencia de estímulos discriminativos fue variada de manera intrasujeto. Un componente individual podía pertenecer a una de las siguientes dos condiciones: DS (estímulo discriminativo) y NDS (no estímulo discriminativo). Por lo tanto, cada componente en la Tabla 3 fue presentado dos veces en una sesión. En total, 14 componentes ocurrían en una sesión experimental, 7 para la condición DS y 7 para la condición NDS. Los componentes de cada condición fueron arreglados para ocurrir de manera irregular con la restricción de no presentar un componente que perteneciera a una condición particular más de tres veces seguidas. Una sesión duraba aproximadamente 20 minutos. Un total de 2 sesiones se llevaron a cabo para cada participante. Las sesiones se llevaron a cabo el mismo día con un periodo de descanso entre sesiones de 5 minutos.

## Tarea Experimental

La tarea experimental era un juego que simulaba una batalla espacial. La pantalla principal puede apreciarse en la Figura 18. El fondo de la imagen era el de una noche estrellada. Cada vez que un componente comenzaba, un botón de 5x8 cm aparecía en medio de la pantalla. Cuando los participantes presionaban este botón, dos botones nuevos de 5x8 cm aparecían en cada lado de la pantalla y el programa en operación para cada botón comenzaba a funcionar. En el centro de la pantalla, se mostraba una “nave alienígena”. Arriba de cada botón, se encontraba un cañón laser. Los botones eran de color gris y podían ser presionados poniendo el cursor sobre de ellos y dando un clic con el ratón. Los participantes podían presionar cualquiera de los botones para producir una respuesta. Presionar un botón causaba que el botón se pusiera de color azul durante un breve periodo de tiempo y producía un sonido de disparo laser. Para obtener puntos en la tarea experimental, se les dijo a los participantes que tenían que disparar a la nave espacial en el centro de la pantalla presionando los botones. Cada presión era un disparo a la nave enemiga y contaba como una respuesta. Las presiones de botón en ambos lados de la pantalla eran reforzadas bajo programas independientes concurrentes de intervalo variable. Cuando un reforzador era entregado, la nave “explotaba” y se ganaba un punto (Figura 18, panel B). Durante cada componente, operaba una penalización al cambio de 3 segundos. Cada vez que el participante cambiaba botones, un rectángulo de 9 x 11.5 cm aparecía en la pantalla con el siguiente texto: “recargando armas. Por favor, espere”. No se podía emitir ninguna respuesta durante este periodo, ya que los botones eran temporalmente retirados de la pantalla. Entre cada componente, había un periodo de 15 segundos en donde una nave aparecía con el siguiente mensaje “cambiando de localización a un nuevo cuadrante, por favor espere”. Este período entre componentes fue implementado como un esfuerzo para eliminar el arrastre de componentes previos (cf. Davison & Baum, 2000, 2002). Al final de la sesión, el número total de puntos obtenidos era mostrado a los participantes.

### *Condición DS*

La Figura 18, panel A, muestra la pantalla en la condición DS. En esta condición, se le presentaba a los sujetos un arreglo horizontal de siete círculos en la parte superior de la

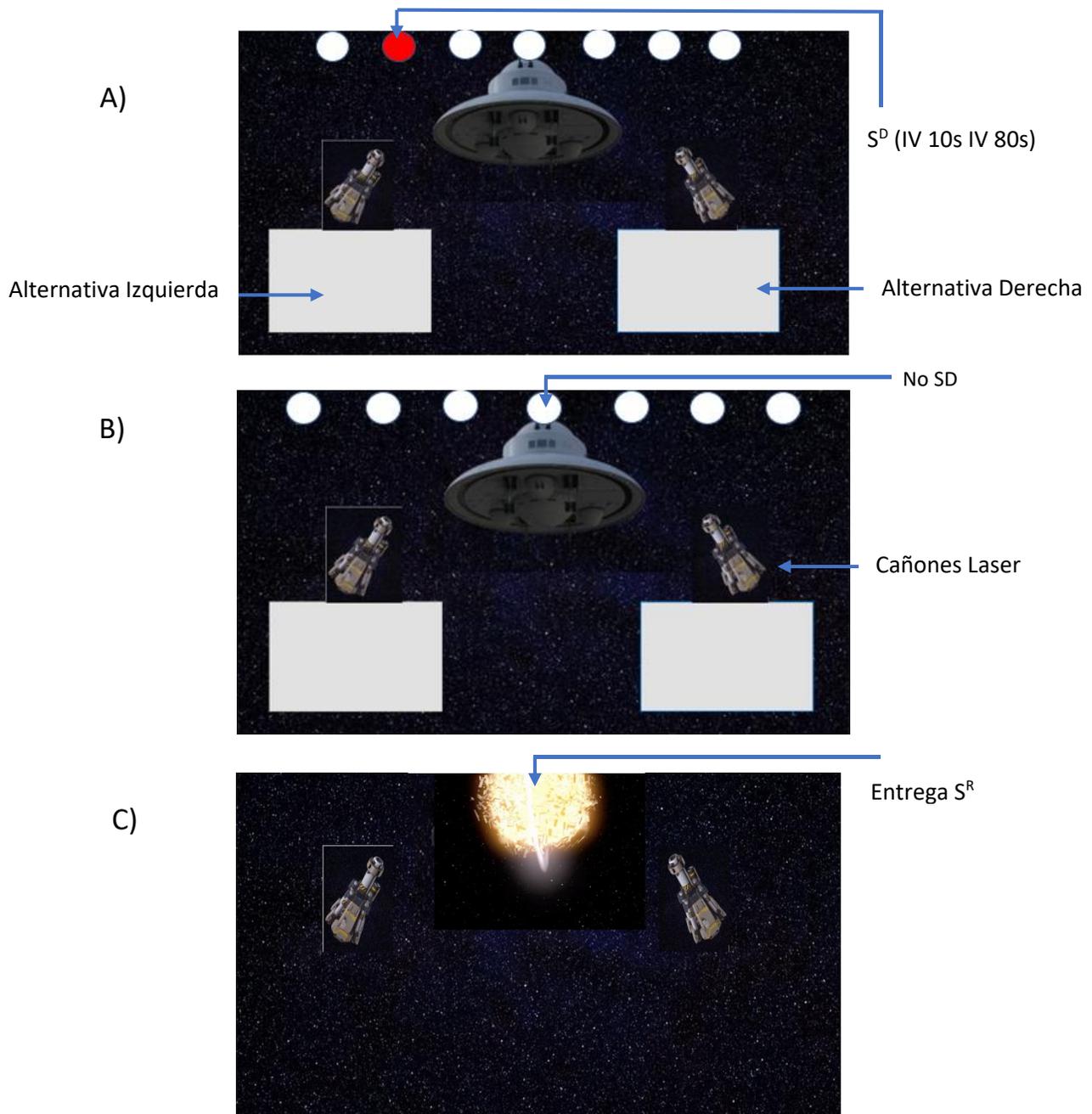
pantalla. Cuando un programa estaba en operación, seis de los círculos estaban en blanco mientras que uno estaba de color rojo. La posición del círculo rojo en el arreglo horizontal dependía del reforzamiento relativo programado en cada opción. Por ejemplo, cuando ambas opciones eran iguales en términos de frecuencia al reforzamiento, el cuarto círculo en el centro era rojo. Conforme la frecuencia relativa de reforzamiento incrementaba favoreciendo un lado, también el círculo rojo se movía hacía esa opción. Esto quería decir que en un programa concurrente IV-240-IV10, el círculo rojo estaba hasta la derecha y en un IV10-IV 80, el círculo rojo era el segundo más cercano a la izquierda. El círculo rojo estaba constantemente parpadeando a una tasa de 1 parpadeo cada 235 milisegundos durante la fase. Esta manipulación fue implementada para incrementar la saliencia de este estímulo.

#### *Condición NDS.*

Esta condición funcionaba de la misma manera que la condición DS con la excepción de que en el arreglo horizontal de círculos, todos estaban en blanco. La Figura 18, panel B muestra la pantalla para esta condición. Adicionalmente, el panel C en la Figura 18 muestra la pantalla cuando un reforzador era entregado.

**Figura 18.**

*Diferentes pantallas de la tarea experimental.*



*Nota.* El Panel A muestra la pantalla principal de la condición DS. La posición del círculo rojo esta ordinalmente relacionada con la disponibilidad del reforzamiento. El Panel B muestra la pantalla principal para la condición NDS. El Panel C muestra la pantalla cuando se entregaba un reforzador.

## **Instrucciones.**

Las siguientes instrucciones fueron leídas en voz alta a los participantes y también le fueron presentadas en la pantalla antes de que comenzara la tarea:

Bienvenido a Batalla por la Tierra. Naves alienígenas han arribado a la tierra. Los aliens son hostiles y buscan invadir nuestro planeta. Tu misión es controlar las armas de una nave de tierra y eliminar las naves alienígenas enemigas. Se te presentarán dos botones, uno a la izquierda y otro a la derecha de la pantalla. Cada botón dispara un rayo de energía a la nave alienígena. Puedes presionar cualquiera de los dos botones para dispararle a una nave alienígena. Cada botón desencadena un rayo de energía diferente. Cuando hayas presionado un botón, un sonido breve se escuchará. Eventualmente, dispararle a la nave hará que la nave explote. Por cada nave destruida ganarás puntos. Trata de destruir tantas naves como te sea posible y trata de ganar tantos puntos como puedas. Vas a encontrar en la parte de arriba de la pantalla una fila de círculos blancos. Algunas veces, un círculo rojo aparecerá dentro del arreglo. El círculo rojo ofrece una pista acerca del funcionamiento de las armas. Cuando destruyas todas las naves en un cuadrante, solamente espera a que el botón de comienzo vuelva a aparecer. Cuando estés listo, presiona continuar<sup>18</sup>.

Las preguntas de los participantes fueron contestadas utilizando el contenido de las instrucciones.

### *Entrevista Post Experimental.*

Al final de la última sesión, se entrevistó brevemente a los sujetos acerca de su experiencia con la tarea experimental. Se les realizó un total de 3 preguntas: 1) ¿Puedes describir cómo funcionaba la tarea? 2) ¿Encontraste alguna manera de ganar más puntos en la tarea? 3) ¿Puedes describir la estrategia que utilizaste para ganar más puntos? Las preguntas fueron

---

<sup>18</sup> Las instrucciones estaban originalmente escritas en inglés. Se volvió a realizar una traducción del inglés al español.

diseñadas para recolectar datos de una posible estrategia que los participantes pudieran potencialmente estar siguiendo durante su interacción con la tarea.

### **Resultados.**

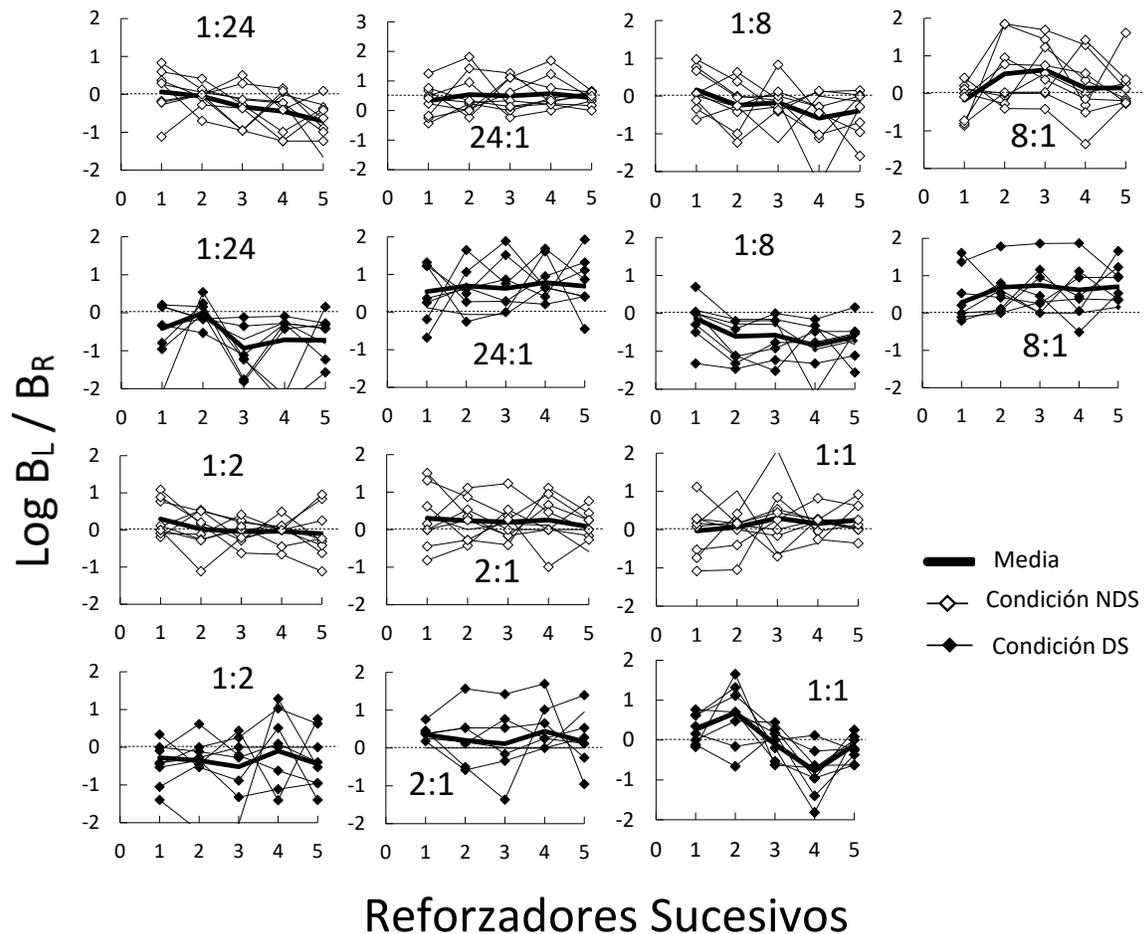
La Figura 19 muestra el logaritmo de las razones de respuesta como una función de la entrega sucesiva de los reforzadores para todos los componentes. Cada gráfica muestra las funciones individuales para la condición DS (paneles derechos) y la condición NDS (paneles izquierdos). Debido a la cantidad reducida de sesiones realizadas, en algunas ocasiones no había respuestas registradas hacía alguna de las alternativas. Esto es problemático en la medida en que las razones con 0 no pueden ser definidas. Brown y White (2005) señalan que en estas situaciones, una alternativa es conjuntar los datos. Por lo tanto, los datos de las dos sesiones fueron conjuntados para cada participante para calcular las razones de respuesta. A pesar de conjuntar los datos, algunos conteos permanecieron en 0, así que las razones que contenían 0 fueron excluidas de los cálculos.

En la Figura 19, las curvas de los logaritmos de razones de respuesta siguen una clara transición hacía la alternativa que ofrecía más reforzamiento conforme los reforzadores eran entregados. Esto ocurrió para ambas condiciones. En la condición NDS, todas las funciones individuales parecen comenzar desde la indiferencia para luego transitar gradualmente a la alternativa favorable. La media de las funciones individuales para cada componente muestra una tendencia de incremento hacía la opción más favorable para todos los componentes conforme se entregan los reforzadores. En la condición DS, las funciones son diferentes. Primero, existe mayor variabilidad en esta condición, debido a la presencia de funciones individuales con valores de logaritmos más pronunciados hacía el programa más denso en todos los componentes. En contraste con la condición NDS, un considerable número de funciones individuales a lo largo de los componentes tiene un valor de pendiente más reducido y no parecen comenzar en la indiferencia. Debido al valor de las pendientes en estas últimas funciones, su forma se asemeja a una línea horizontal conforme se entrega el reforzamiento. Para el caso de los componentes 2:1 and 1:2, las funciones individuales parecen variar de manera no sistemática alrededor de la línea de indiferencia. Por otro lado, en la condición DS la mayoría de las funciones para los componentes 2:1 y 1:2 se

encuentran en el lado más favorable y muestran el mismo patrón de baja pendiente encontrado en los componentes previos de la Figura 19. También, se encontró alta variabilidad en esta condición debido a la presencia de curvas extremas en los lados más favorables. El patrón conductual para el componente 1:1 también fue diferente respecto a la condición NDS. Las razones de respuestas comenzaron favoreciendo el lado izquierdo, cambiando después al lado derecho, y regresando de nuevo al izquierdo al terminar la entrega de reforzadores.

**Figure 19.**

*Logaritmo de razones de respuesta como función de la entrega sucesiva de reforzadores para todos los componentes*



*Nota.* Las líneas individuales corresponden a cada participante. La línea gruesa representa la media. Los diamantes blancos representan la condición NDS y los negros la condición DS. La línea puntada indica indiferencia.

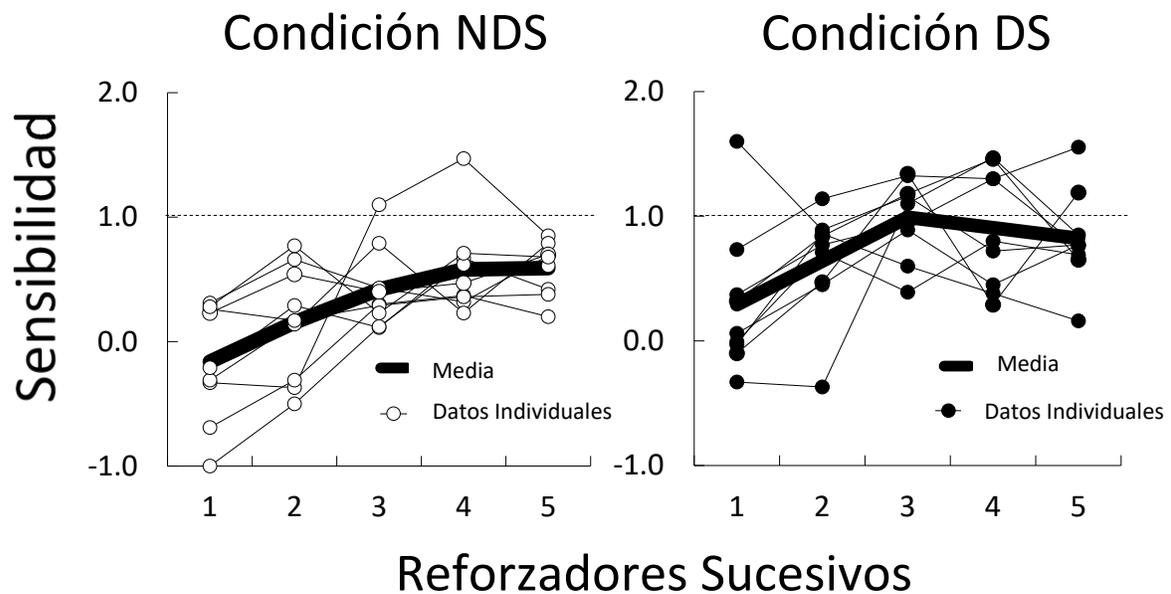
El panel derecho de la Figura 20 muestra los datos individuales de la sensibilidad como función de los reforzadores sucesivos para la condición DS. En esta condición, se aprecia una variabilidad más pronunciada entre participantes. La función grupal muestra el nivel de sensibilidad más alto de las dos condiciones. Las estimaciones de sensibilidad son positivas y altas al principio de un componente con un valor promedio de 0.27. Muchas de las funciones individuales alcanzan la igualdad estricta y sobrepasan este valor. La función de grupo muestra un incremento en la sensibilidad hasta la entrega del tercer reforzador y luego parece alcanzar una asíntota cercana a la igualdad estricta. El panel izquierdo de la Figura 3 muestra la sensibilidad como función de la entrega sucesiva de reforzadores para cada participante en la condición NDS. Muchas de las funciones son curvas negativamente aceleradas. El valor promedio de sensibilidad es inferior a 0 al principio de un componente y, después, incrementa conforme se entregan los reforzadores. El resultado final para todas las curvas en esta condición fue sub-igualación. Una excepción importante es un participante que mostró sobre igualdad antes de la entrega del cuarto reforzador.

Se realizó un ANOVA de dos vías de medidas repetidas para examinar el efecto de los reforzadores sucesivos (factor intrasujeto), la presencia/ausencia de estímulos discriminativos (factor intrasujeto) y una posible interacción de estos factores en las estimaciones de sensibilidad al nivel de  $\alpha = .05$ . Se realizó la prueba de Mauchly para probar la suposición de esfericidad (igualdad de varianzas en las diferencias entre condiciones). La prueba de Mauchly indicó que la suposición de esfericidad no había sido violada para el factor de reforzadores  $\chi^2(9) = 8.994$   $p = .453$ , y se asumió para la presencia /ausencia de estímulos discriminativos debido a que este factor solamente tiene dos niveles. Por lo tanto, el ANOVA se llevó a cabo asumiendo esfericidad. El análisis reveló un efecto principal de la sucesión de los reforzadores  $F(4, 32) = 11.81$   $p = .000005$  con un tamaño de efecto robusto  $\eta_p^2 = .59$ . Las comparaciones múltiples utilizando la corrección de Bonferroni mostraron diferencias en sensibilidad al comparar el reforzador 1 vs reforzador 2 (diferencia de medias = -0.333  $p = 0.034$  CI 95% [-.664 - -0.002] ), reforzador 1 vs reforzador 3 (diferencia de medias = -0.641  $p = 0.024$  CI 95% [-1.203 - -0.130]), reforzador 1 vs reforzador 4 (diferencia de medias = -0.680  $p = 0.015$  CI 95% [-1.229 - -0.130]) and reforzador 1 vs reforzador 5 (diferencia de medias = -0.642  $p = 0.025$  CI 95% [-1.22 - -

0.072] ). Se encontró también un efecto principal en la presencia/ ausencia de estímulos discriminativos  $F(1, 8) = 9.88$   $p = 0.014$  con un pronunciado tamaño del efecto  $\eta_p^2 = .55$ . La diferencia de medias utilizando la corrección Bonferroni mostró diferencias en sensibilidad entre la condición NDS y DS (diferencia de medias =  $-0.414$   $p = 0.014$  CI 95%  $[-.717 - -.110]$  ). El factor de interacción no cumplió con el criterio de alfa  $F(4, 32) = 0.550$   $p = 0.701$ . Los resultados son consistentes con la conclusión de que la sensibilidad incrementó como función de la entrega de reforzadores y que las sensibilidades más altas fueron observadas cuando el arreglo de estímulos estaba presente.

**Figura 20.**

*Sensibilidad al reforzamiento como función de la entrega sucesiva de reforzadores para cada participante en la condición NDS y DS.*



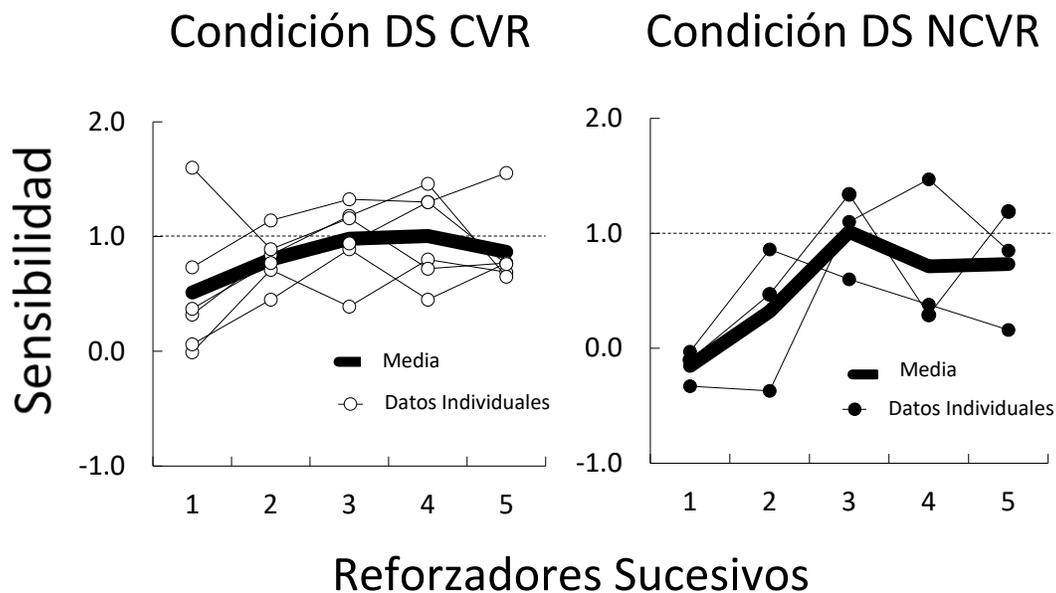
*Nota.* La línea punteada indica igualdad estricta. La línea gruesa indica la media. Cada función representa un participante.

Adicional a estos análisis, se contemplaron los reportes verbales de los participantes. Al terminar las sesiones experimentales, se les pidió a los participantes que respondieran 3 preguntas. Las respuestas fueron recopiladas por el experimentador para ser enviadas a dos evaluadores. Cada una de las respuestas de los participantes fue acomodada

en una celda. El documento final tenía todas las respuestas en una columna, siendo cada fila un reporte verbal. Este documento fue enviado a los dos evaluadores junto con una descripción breve de la manera en que funcionaba el arreglo y un video que mostraba el funcionamiento de la tarea. Se les pidió a los investigadores que calificaran (si/no) si las respuestas de un participante en cada celda describían el funcionamiento del arreglo de estímulos discriminativos. Se calculó el estadístico Kappa de Cohen para los puntajes obtenidos  $k = 1$ . De acuerdo con estos resultados, los valores de sensibilidad para la condición DS se dividieron en dos grupos: 1) los participantes que mostraron correspondencia entre el reporte verbal y el funcionamiento del arreglo (CVR) y 2) participantes cuya descripción verbal no correspondía con el funcionamiento del arreglo (NCVR). La Figura 21 muestra las funciones individuales de las estimaciones de sensibilidad al reforzamiento divididas en estos dos grupos.

**Figura 21.**

*Sensibilidad al reforzamiento como función de la entrega sucesiva de reforzadores dividida en grupos.*



*Nota.* El panel izquierdo muestra datos individuales para los participantes cuya estrategia correspondió con el funcionamiento del arreglo de estímulos discriminativos (DS CVR). El panel derecho muestra los datos individuales de los participantes que reportaron otra estrategia o no estrategia. (DS NCVR). La línea gruesa indica la media y la línea punteada indica indiferencia.

El panel izquierdo de la Figura 21 muestra a los participantes del grupo CVR (reporte verbal correcto). Las funciones individuales muestran alta variabilidad durante la primera entrega de reforzamiento para después reducir. Después del primer reforzador, algunos de los participantes muestran sobre-igualación. La función de grupo es una función que presenta un crecimiento gradual, comenzado con valores positivos previo a la entrega del primer reforzador y alcanzando la igualación estricta con la entrega del tercero. El panel derecho de la Figura 21 muestra las funciones individuales para los participantes cuyos reportes verbales no coincidían con el funcionamiento del arreglo de estímulos discriminativos (NCVR). Todos los participantes en este grupo comenzaron con sensibilidades inferiores a cero, seguidas de un incremento en sensibilidad. Dos funciones alcanzaron la sobre igualación mientras que una tercera mostró un incremento y después un decremento sostenido en sensibilidad. La función de grupo muestra un incremento en sensibilidad más pronunciado que termina en subigualación. La Tabla 4 muestra comparaciones entre la condición NDS con la condición NDS utilizando exclusivamente los datos del grupo CVR. Para las comparaciones, se utilizó la prueba de permutación Fisher-Pitman de una cola. Esta es una prueba de permutación no paramétrica que compara diferencias entre medias para datos relacionados (Hollander & Wolfe, 1999).

**Tabla 4.**

*Comparaciones entre la condición NDS y el grupo DS CVR*

Comparison	Z	p
NDS 1 vs DSCVR1	2.10	0.014
NDS 2 vs DSCVR2	2.45	0.0033
NDS 3 vs DSCVR3	2.50	0.005
NDS 4 vs DSCVR4	1.87	0.0349
NDS 5 vs DSCVR5	1.76	0.0413

*Nota.* Cada fila muestral los resultados de una prueba de permutación Fisher-Pitman de una cola para dos muestras relacionadas.

Las pruebas de permutación construyen una distribución empírica de nulidad mediante el reacomodo de los datos de acuerdo con todas las permutaciones posibles entre las condiciones (Belmonte, & Yurgelun-Todd, 2001; Wilcox, 2017). Esto hace a estas pruebas útiles para comparaciones múltiples entre condiciones ya que no tienen las suposiciones poblacionales convencionales y debido a que las irregularidades en los datos se mantienen al construir la distribución (Camargo, et al, 2008; Cheverud, 2001). La Tabla 4 muestra que todas las comparaciones alcanzaron el nivel de alfa al 0.05. Los resultados son consistentes con la conclusión de que la sensibilidad fue más alta en la condición DS cuando los participantes mostraron reportes verbales correctos. No se realizó una prueba estadística para este último grupo debido a su tamaño de muestra.

### **Discusión**

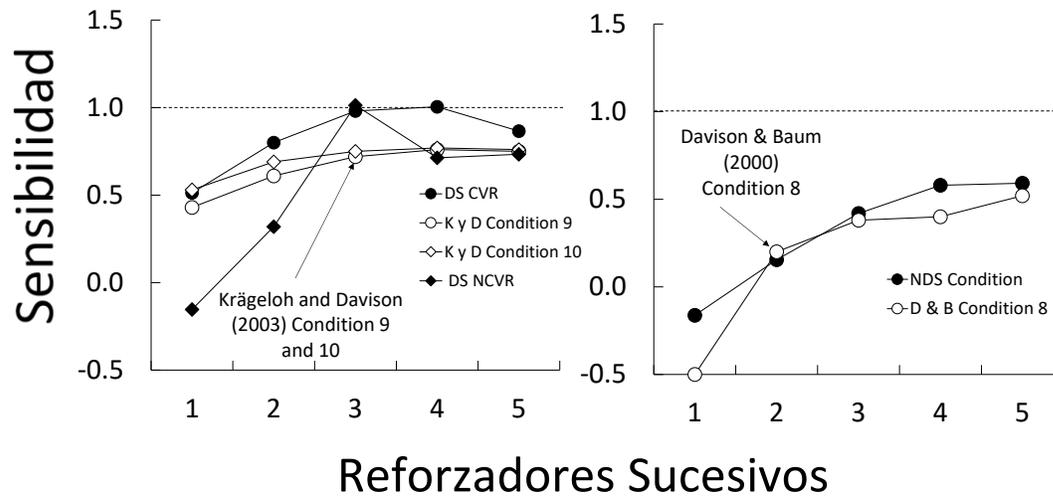
El objetivo principal de este experimento fue evaluar el efecto de la presencia/ausencia de un arreglo ordinal de estímulos discriminativos en la distribución operante utilizando un procedimiento de rápido cambio ambiental con humanos. Cuando el arreglo estaba ausente, el logaritmo de la razón de respuestas cambiaba gradualmente de la indiferencia hacía la alternativa más favorable durante un componente (Figura 19). Este cambio fue claro y más pronunciado cuando la diferencia en reforzamiento relativo incrementaba dentro de un componente (Figura 19). La sensibilidad al reforzamiento se desarrolló en forma de una curva negativamente acelerada conforme los reforzadores eran entregados (Figura 20). El valor promedio de sensibilidad al reforzamiento en ausencia de estímulos discriminativos para los tres últimos reforzadores fue de 0.48, 0.58 y 0.59. Estos hallazgos son consistentes con las investigaciones con humanos (Krägeloh, et al, 2010; Lie, et al, 2009). En estos estudios no había ningún estímulo discriminativo más que el lado en que se encontraban los operandos en la pantalla y se encontró que la discriminación se establecía gradualmente hacía la alternativa más favorable con tan solo la entrega de cinco reforzadores.

El panel derecho de la Figura 22 muestra una comparación entre la curva de sensibilidad grupal obtenida en este experimento con la obtenida en la condición 8 (12 reforzadores en un componente y 6 reforzadores por minuto) del estudio de Davison y

Baum (2000). Las curvas son casi idénticas. La replicación de resultados previos reportados en la literatura animal en este experimento suma a la generalidad de los hallazgos cuando la dinámica de elección es estudiada con el procedimiento de Davison y Baum (2000).

**Figura 22.**

*Comparación entre los resultados del Experimento 3, Davison and Baum (2000) y Krägeloh and Davison (2003)*



*Nota.* El panel izquierdo muestra los datos modificados de la condición DS (DS CVR) y los datos de la condición 9 y 10 del estudio de Krägeloh and Davison (2003). El panel derecho muestra los datos de la condición NDS y los datos obtenidos de la condición 8 del estudio de Davison y Baum (2000). Los datos recuperados corresponden solo a la entrega de los 5 primeros reforzadores.

Cuando se comparan los resultados de la literatura con los obtenidos en este experimento, un aspecto interesante a señalar es la consistencia de la forma funcional de las curvas en la condición NDS. Krägeloh, et al (2010) reportó dos tipos de desempeño observado en los participantes: 1) curvas de sensibilidad que alcanzaban rápidamente la sobre igualdad y 2) curvas que mostraban sub-igualación severa a lo largo de la entrega de los reforzadores. En contraste, en nuestro estudio ninguno de los sujetos sobre igualó (con excepción de un sujeto). Aun cuando las curvas individuales en este experimento presentan diferencias en la tasa de crecimiento, para la mayoría de los sujetos, la misma forma funcional se mantiene consistente. Debido a estos resultados, la forma de las funciones de sensibilidad obtenidas en este experimento y los valores finales obtenidos

(sub-igualación) se acercan aún más a los datos con animales (Davison & Baum, 2000; 2002). Las diferencias en la forma de las curvas entre el estudio de Krägeloh, et al (2010) y este experimento pueden estar relacionadas con diferencias metodológicas entre los estudios como el número de sesiones y la modalidad de la respuesta. Los resultados del Experimento 2 parecen indicar que la modalidad de respuesta pudo haber influido en los resultados.

Cuando se introdujo el arreglo ordinal de estímulos discriminativos, las razones de respuesta ya se encontraban en el lado de la alternativa más favorable para la mayoría de los participantes (Figura 19). Esto sugiere que el logaritmo de las razones de respuestas se encontraba bajo el control de la razón de reforzamiento del componente actual antes de la entrega del primer reforzador en el componente. Este hallazgo se sostiene al examinar las curvas de sensibilidad al reforzamiento. La función promedio comienza en 0.27, mostrando un incremento a valores de 0.62, 0.99 y disminuyendo finalmente a valores de 0.89 y 0.81 (Figura 20). Muchas ejecuciones individuales alcanzaron la sobre igualdad conforme los reforzadores eran entregados. Se analizó el contenido de los reportes verbales de los participantes, agrupándolos en dos categorías: 1) sujetos que reportaron de manera correcta la manera en que funcionaba el arreglo y 2) los sujetos que fallaron en desarrollar esta regla. La Figura 21 muestra una función con de alta sensibilidad con incremento suave para el primer grupo. El valor inicial de sensibilidad fue muy alto (promedio = 0.51), indicando control de la razón de reforzamiento previo a la entrega del primer reforzador. Por lo tanto, la sensibilidad fue más alta cuando los reportes verbales eran correctos (Tabla 4). En contraste, la curva de sensibilidad para los sujetos restantes comenzó en valores inferiores a 0, mostrando un incremento pronunciado a igualdad estricta previo a la entrega del tercer reforzador y terminado en sub-igualación (promedio = 0.73). Este hallazgo parece relacionar el control de estímulos (y posiblemente la sobre igualdad observada) con la precisión de los reportes verbales sobre las contingencias en funcionamiento

En la literatura de elección se ha documentado que señalar la fuente de reforzamiento incrementa la sensibilidad al reforzamiento, tanto en no humanos (Krägeloh and Davison, 2003; Miller, et al, 1980) como en investigación humana (Madden & Perone, 1999). Krägeloh and Davison (2003) utilizaron un procedimiento de cambio ambiental

rápido que señalizaba las fuentes de reforzamiento utilizando distintos estímulos discriminativos en pichones. El panel izquierdo de la Figura 22 muestra dos curvas del experimento de Krägeloh and Davison (2003) correspondientes a su condición 9 y 10 y las curvas de grupo de la condición DS al ser divididas de acuerdo con los reportes verbales. Los resultados de este experimento son consistentes con los hallazgos de Krägeloh and Davison (2003). La curva de los reportes verbales correctos DS CVR es muy similar a la de Krägeloh and Davison (2003) y sugiere que el resultado obtenido fue una instancia de control de estímulos. A pesar de las similitudes con la literatura citada, existen diferencias importantes entre estudios. Por ejemplo, los valores obtenidos en este experimento para el grupo DS CVR son más altos. Además ¿por qué no todos los sujetos compartieron el mismo patrón de respuesta en la condición DS? Para contestar estas preguntas, debe de señalarse una limitación importante de este experimento. Los datos del Experimento 3 se obtuvieron al muestrear la dinámica de elección en solo dos sesiones. La investigación previa con humanos que ha utilizado este procedimiento ha demostrado que la sensibilidad al reforzamiento incrementa como función del número de las sesiones (Krägeloh, et al, 2010). Existe la posibilidad de que el número limitado de sesiones en este experimento haya sido el factor responsable que no permitió el desarrollo de control de estímulos en todos los sujetos. Si esto es así, se podría explicar entonces por qué algunos sujetos mostraban incrementos pronunciados en la sensibilidad y sobre igualación mientras que otros mostraban alta variabilidad y decrementos en la sensibilidad conforme se iban entregando los reforzadores en la condición DS. Debido a estos resultados, es necesario extender el número de sesiones.

#### Experimento 4. Incremento en el número de sesiones.

El objetivo de este experimento fue evaluar el efecto de incrementar el número de sesiones en la dinámica de elección resultante de exponer a sujetos humanos a un arreglo horizontal de estímulos discriminativos.

#### Método

##### **Participantes**

Participaron 3 estudiantes de licenciatura de entre 18 y 21 años. Los estudiantes fueron reclutados de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Se le proporcionó a cada participante un consentimiento informado y se les indicó que su participación era voluntaria. También, se les dijo que, como resultado de su participación, iban a recibir una memoria USB, siendo el único criterio de entrega completar las seis sesiones. El estudio fue revisado y aprobado por el comité institucional de revisión (IRB) de la Universidad de Santa Clara.

##### **Aparatos**

Las sesiones se llevaron a cabo en el laboratorio de posgrado de la Unidad de Documentación Científica de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. El laboratorio cuenta con 3 mesas con 6 de computadoras de escritorio. Entre cada computadora, se encuentra una separación de 70 cm. Se instalaron paneles de papel cascarón de 55 X 55 cm entre cada computadora. Cada uno dividía las computadoras en pequeños cubículos. Se utilizó para cada estudiante una computadora individual con un monitor, un CPU y un ratón conectado vía conexión universal serial (USB). El teclado se retiró del alcance del participante, colocándose en la parte de atrás del monitor. A cada participante se le proporcionaron audífonos de cancelación de sonido para uso durante la sesión. El modelo de las computadoras fue HP 20-c401A. La programación de la tarea experimental y la recolección de datos fue posible utilizando Visual Studio 2018 para Windows.

## Procedimiento

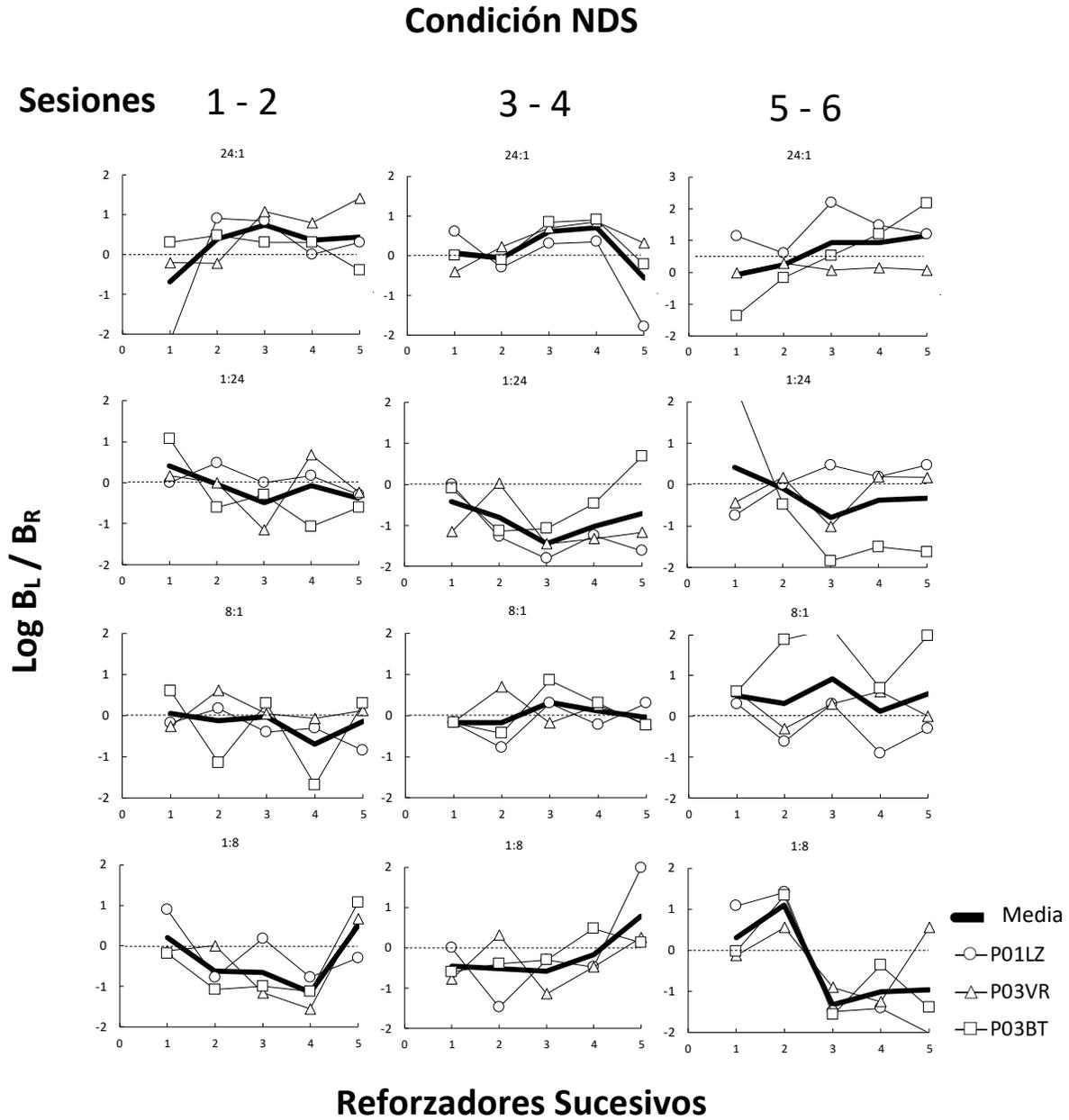
Como en el experimento anterior, al llegar los participantes al laboratorio se les proporcionaba el consentimiento informado y se les explicaba las características generales del experimento. Una vez que los participantes leían el documento, se les pidió que lo firmaran. Después, se les sentaba enfrente de la computadora que tenían asignada. La tarea experimental fue la misma que se utilizó en el experimento anterior. Una sesión duraba 15 minutos. Los participantes asistieron al laboratorio tres días seguidos, completando cada día dos sesiones. Al final, se contó con datos de seis sesiones. Las instrucciones presentadas a los participantes fueron las mismas que en experimento pasado. Debido a que el experimento anterior se realizó en Estados Unidos y este en México, las instrucciones presentadas en esta ocasión fueron las mismas en su traducción al español. Estas instrucciones se encuentran en el experimento anterior.

## Resultados

La Figura 23 muestra el logaritmo de las razones de respuesta para los componentes 24:1, 1:24, 8:1 y 1:8 en la condición NDS. El análisis fue dividido en 3 bloques de dos sesiones para evaluar los efectos de extender el número de sesiones. En el primer bloque de dos sesiones, las razones de respuesta individuales transitan de la indiferencia hacia el lado más favorable conforme ocurren los reforzadores. Este mismo patrón es mantenido en el siguiente bloque de dos sesiones. Sin embargo, en el último bloque ocurre un cambio notable. La elección se vuelve comparablemente más extrema. Aun cuando las razones de respuesta parecen comenzar en la indiferencia, la transición hacia el lado favorable es más pronunciada. Esto se observa para todos los componentes dentro de este último bloque. La Figura 24 muestra el logaritmo de las razones de respuesta como función de los reforzadores sucesivos para las razones 1:2, 2:1 y 1:1 en la condición NDS. Los componentes 1:2, 2:1 fue donde había menos diferencia en reforzamiento relativo. En el primer bloque de dos sesiones, las razones de respuesta variaron alrededor de la indiferencia para todos los participantes. Sin embargo, esto cambió en el último bloque de sesiones. Para todos los sujetos, se observa una clara transición hacia el lado con más densidad de reforzamiento. El componente 1:1 muestra mucha variabilidad en el primer bloque de dos sesiones. Dos sujetos desarrollaron preferencia a lados opuestos mientras que el participante 3 permaneció indiferente.

Figura 23.

Logaritmo de las razones de respuesta como función de la entrega sucesiva de reformadores para los componentes 1:24, 24:1, 1:8 and 8:1.



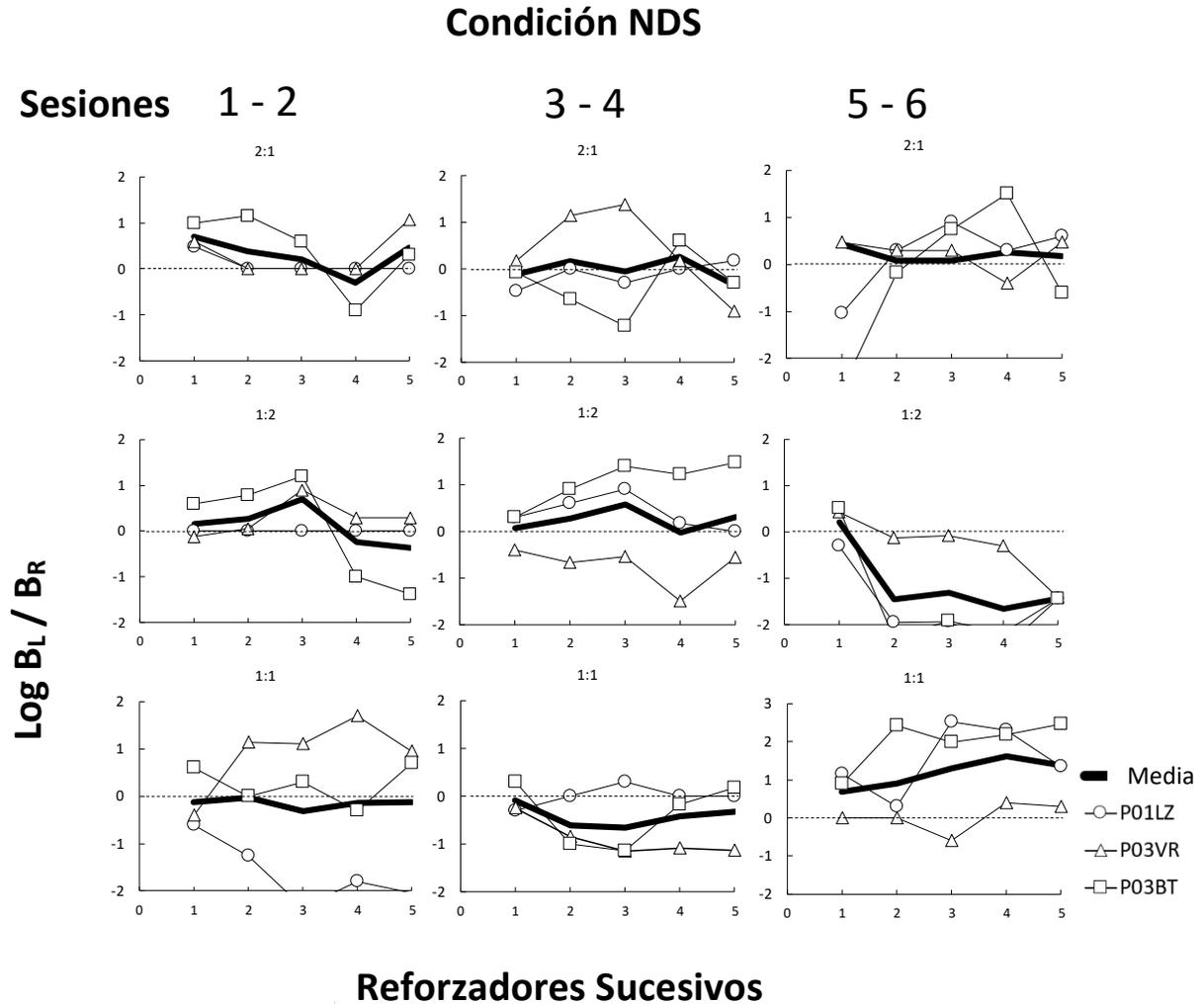
*Nota.* Cada función es un participante. La línea gruesa indica la media. Todos los paneles muestran datos de la condición NDS. Cada columna muestra datos calculados de las sesiones señaladas en la parte superior de la columna. La línea puntada indica indiferencia.

En el siguiente bloque, el Participante 1 estaba indiferente mientras que los otros dos favorecieron el lado derecho. En el último bloque, el participante 1 y 3 favorecieron el lado izquierdo mientras que el participante 2 permaneció indiferente. En síntesis, a pesar de que la diferencia en reforzamiento relativo dentro de un componente era menor en estos componentes, cuando pasan más sesiones emerge una preferencia clara hacia la alternativa con más reforzamiento relativo.

La Figura 25 muestra el logaritmo de las razones de respuesta como función de la entrega sucesiva de reforzadores en la condición DS. Se muestran los componentes 1:24, 24:1, 1:8 y 8:1 en cada fila. En el primer bloque de dos sesiones, el desempeño de los individuos es irregular en todos los componentes. No había una clara transición hacia ninguna fuente de reforzamiento. Durante el segundo bloque, empiezan a emerger preferencias pronunciadas hacia la fuente más favorecedora. Esta preferencia se vuelve muy extrema en el último bloque de sesiones. En este último bloque, las razones de respuesta obtenidas se alejan mucho de la indiferencia y su valor de pendiente se ve reducido. La Figura 26 muestra el logaritmo de las razones de respuesta como función de la entrega de reforzadores para los componentes 1:2, 2:1 y 1:1 en la condición DS. Durante el primer bloque de sesiones, las ejecuciones individuales son altamente irregulares. En el caso particular de los componentes, 1:2 y 2:1, las razones de respuesta varían de manera no sistemática alrededor de la indiferencia. Sin embargo, la preferencia hacia la fuente más favorable comienza a emerger en el segundo bloque de sesiones. Para el último bloque, la preferencia es clara hacia la alternativa favorable. Una característica muy importante de estas funciones es su reducida pendiente.

Figura 24.

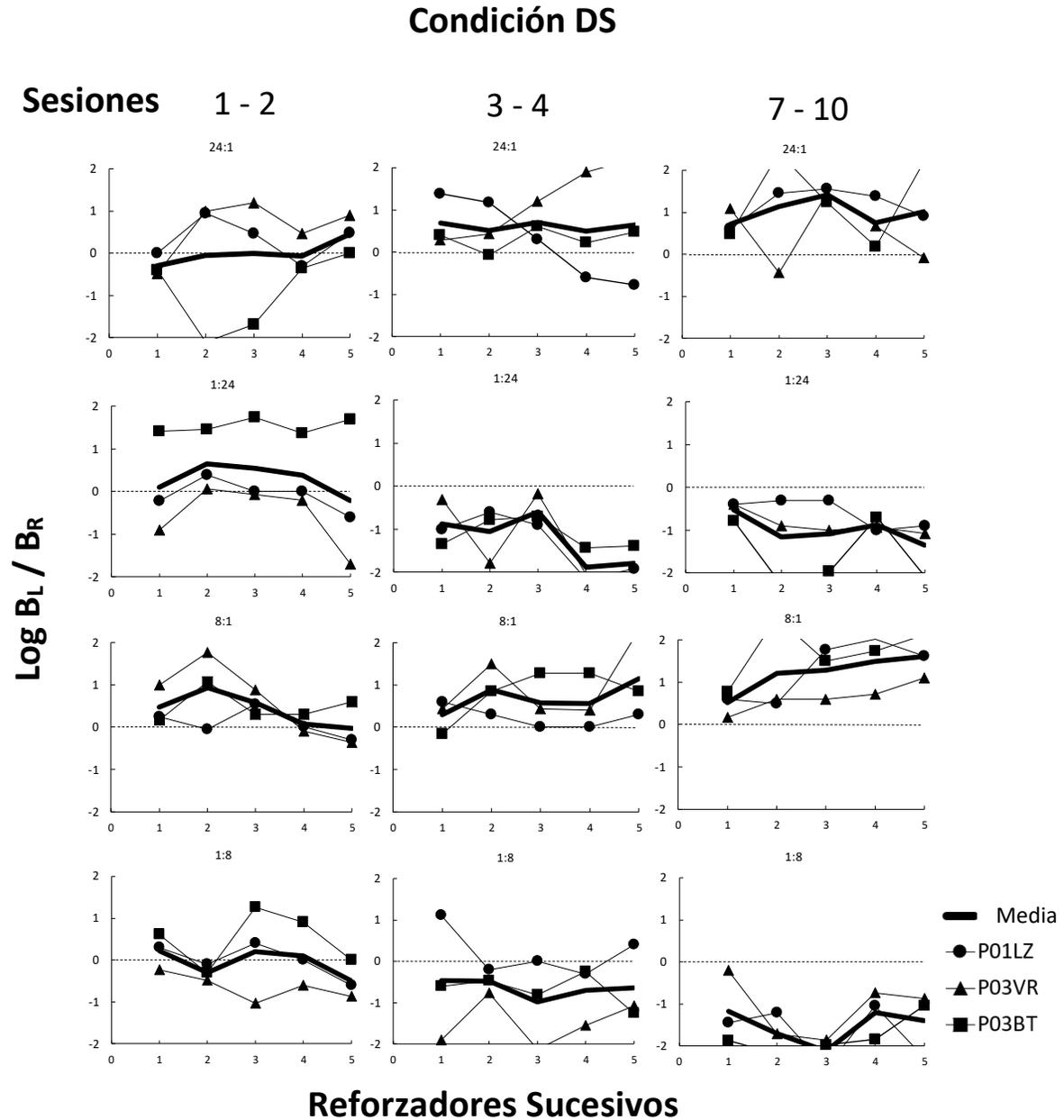
Logaritmo de las razones de respuesta como función de la entrega sucesiva de reforzadores para los componentes 1:2, 2:1 y 1:1.



*Nota.* Cada función corresponde a un participante. La línea gruesa indica la media. Todos los paneles muestran datos de la condición NDS. Cada columna muestra los datos calculados de las sesiones indicadas en la parte superior de la columna. La línea punteada indica indiferencia.

Figura 25.

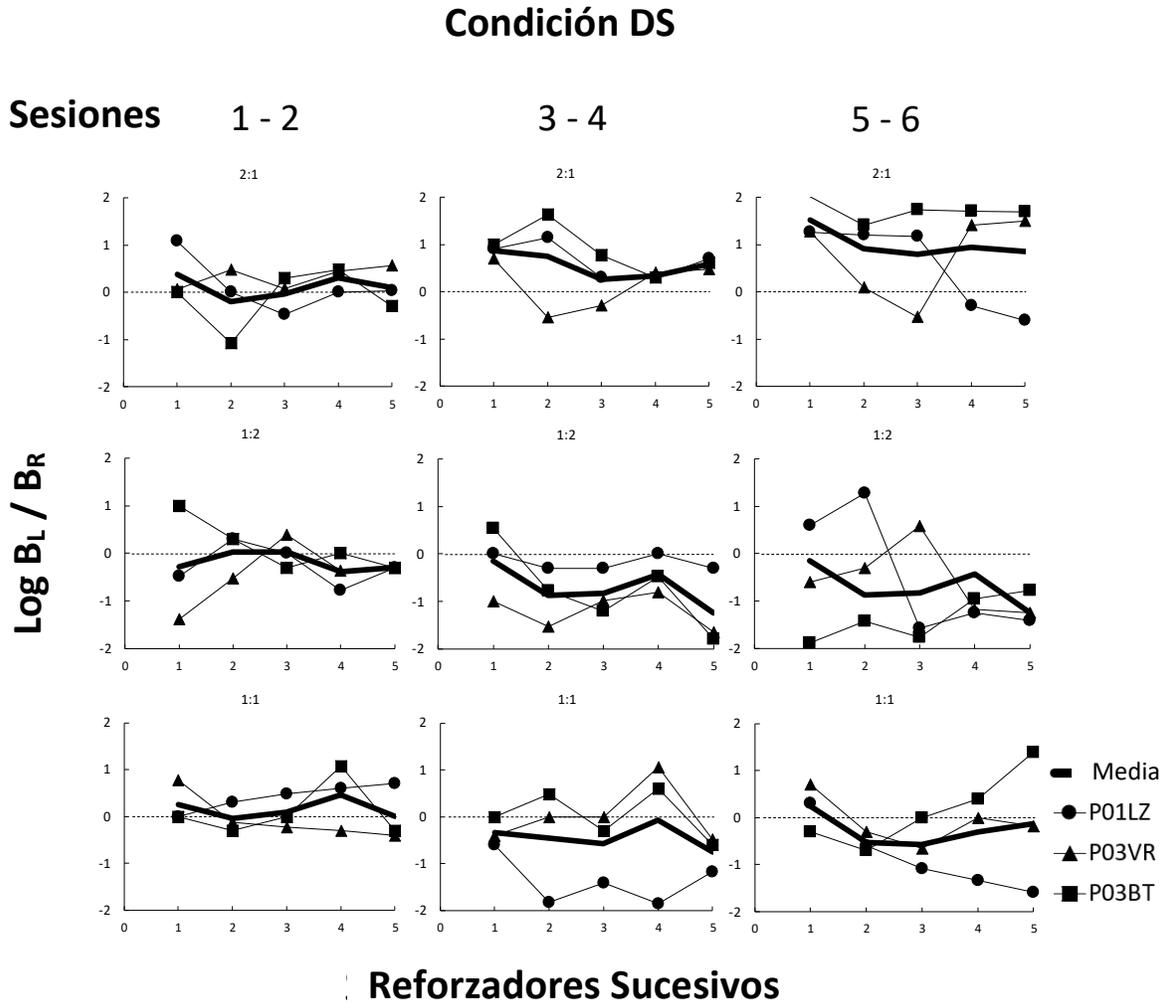
Logaritmo de las razones de respuesta como función de la entrega sucesiva de reformadores para los componentes 1:24, 24:1, 1:8 and 8:1.



Nota. Cada función es un participante. La línea gruesa indica la media. Todos los paneles muestran datos de la condición DS. Cada columna muestra datos calculados de las sesiones señaladas en la parte superior de la columna. La línea puntada indica indiferencia.

Figura 26.

Logaritmo de las razones de respuesta como función de la entrega sucesiva de reforzadores para los componentes 1:2, 2:1 y 1:1.



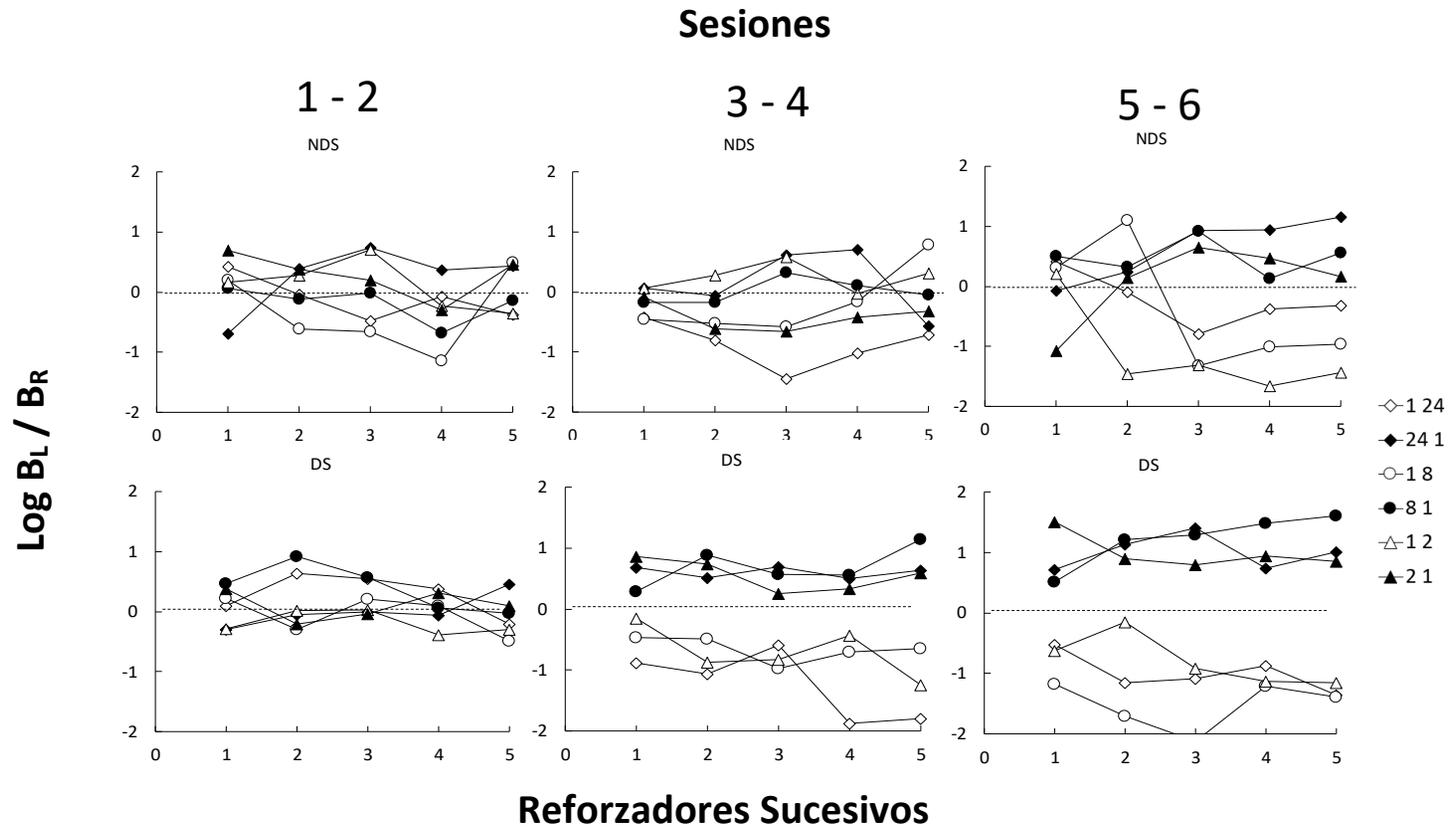
*Nota.* Cada función corresponde a un participante. La línea gruesa indica la media. Todos los paneles muestran datos de la condición DS. Cada columna muestra los datos calculados de las sesiones indicadas en la parte superior de la columna. La línea punteada indica indiferencia.

En síntesis, extender el número de sesiones afectó tanto a la condición DS como a la condición NDS. En la condición NDS, se observaron transiciones claras y graduales a la alternativa más favorable conforme pasaban las sesiones. En las sesiones finales, la preferencia claramente se desarrolló para todos los componentes, incluidos en los que la diferencia en la razón de reforzamiento era pequeña. El alejamiento de la indiferencia hacia la alternativa favorable fue más evidente cuando la diferencia en la razón de reforzamiento era más extrema. Una dinámica diferente se observó para la condición DS. Para todos los componentes, las razones logarítmicas de respuesta variaron de manera irregular en el primer bloque de sesiones. Sin embargo, al pasar las sesiones, la preferencia se desarrolló rápidamente para todos los participantes. En sesiones posteriores, algunas de las funciones ya no comenzaban en indiferencia, adquiriendo una forma horizontal. Este decremento en la pendiente se volvió más pronunciado en el último bloque de sesiones. Los valores de las razones logarítmicas de respuesta favorecían de manera pronunciada al lado que proporcionaba más reforzamiento.

La Figura 27 muestra los logaritmos de la razón de respuesta como función de la entrega sucesiva de reforzadores para cada componente. Las funciones fueron calculadas conjuntando los datos de todos los participantes para cada componente (Davison & Baum, 2000). La fila superior muestra datos de la condición NDS. La fila inferior datos de la condición DS. El efecto del número de sesiones es claro para cada condición. En la condición NDS, las razones de respuesta se comienzan a separar de la indiferencia conforme pasan las sesiones. En las últimas dos sesiones, la transición de la indiferencia al lado favorable es clara y se parece a resultados previos en investigación animal (Baum & Davison, 2014; Davison & Baum, 2000; 2002). Un resultado diferente fue obtenido para la condición DS. Conforme pasaron las sesiones, emergió una separación para todas las funciones favorecía al lado con más densidad de reforzamiento. En el último bloque de sesiones, las funciones tienen una pendiente muy baja y cambian poco con la entrega de reforzadores. Los resultados obtenidos guardan parecido por lo reportado por Krägeloh y Davison (2003).

Figura 27.

Razón logarítmica izquierda/derecho como función de la entrega sucesiva de reforzadores por componente. Los datos de todos los participantes fueron conjuntados para calcular cada función

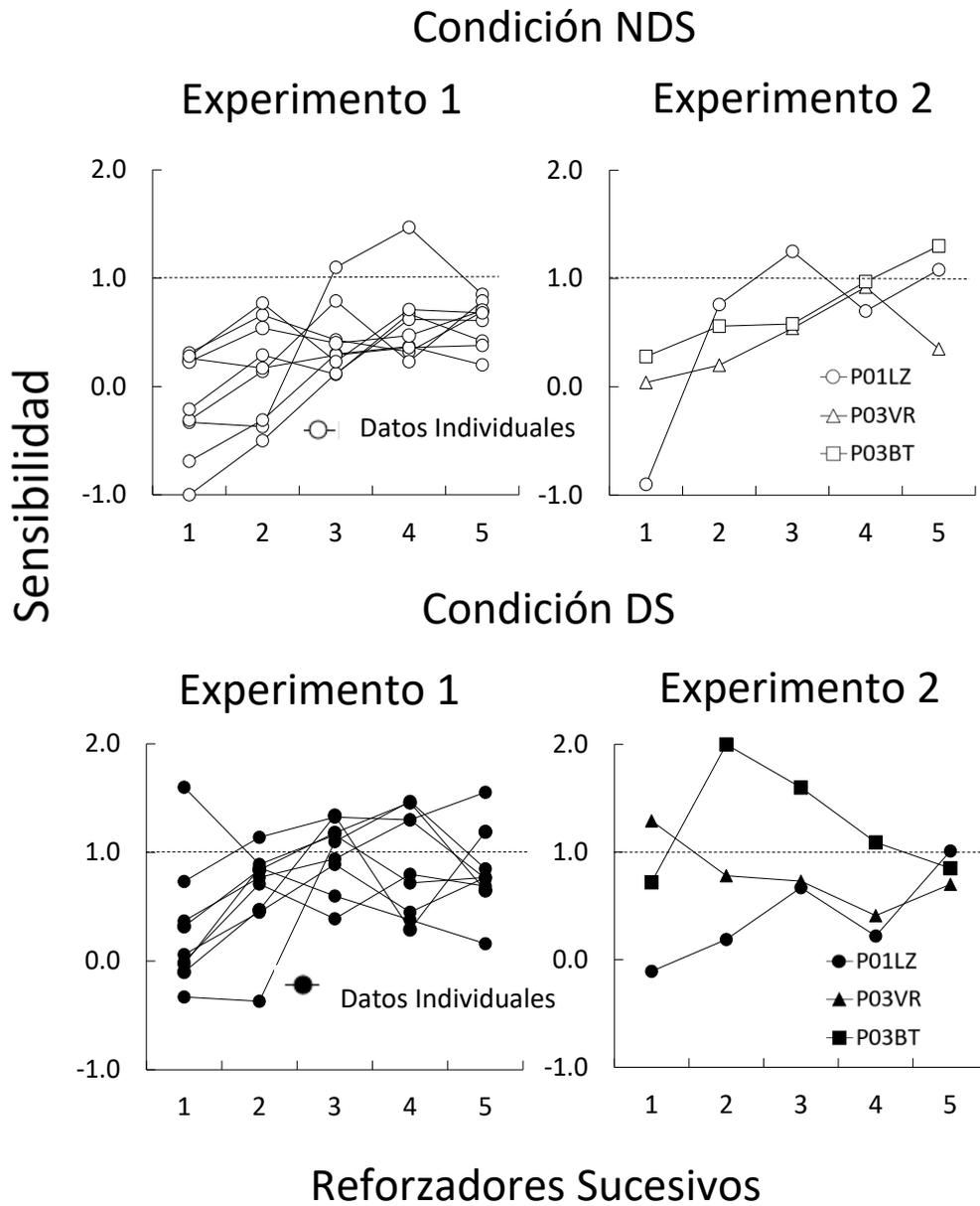


*Nota.* Los paneles superiores representan la condición NDS y los de abajo la condición DS. Cada columna muestra los datos calculados de las sesiones indicadas en la parte superior de cada columna. La línea punteada indica indiferencia.

Se utilizó la Ecuación 6 para estimar la sensibilidad al reforzamiento conforme ocurrían los reforzadores dentro de un componente. Una primera comparación de interés fue evaluar si los resultados del Experimento 3 podrían ser replicados en este experimento. Esto proporcionaría más generalidad a los hallazgos del Experimento 3. La Figura 28 muestra este análisis. La columna izquierda muestra la sensibilidad a la razón de reforzamiento del Experimento 3. La columna derecha muestra la sensibilidad del Experimento 4. La fila de arriba muestra funciones individuales para la condición NDS y la fila de abajo muestra lo mismo para la condición DS. Para hacer válida la comparación entre los dos experimentos, las funciones de sensibilidad del Experimento 4 fueron calculadas utilizando datos de solo el primer bloque de sesiones. Se logró una replicación sistemática de los resultados en la condición NDS en el Experimento 4. La forma de las funciones individuales y las sensibilidades obtenidas se parecen a las obtenidas en el Experimento 3. La sensibilidad a la razón de reforzamiento se acercó a la igualdad (1.0) conforme se entregaban los reforzadores. La replicación también se logró para la condición DS. Las funciones obtenidas en el Experimento 4 fueron altamente variables, como en el Experimento 3.

Figura 28.

Comparación de sensibilidad al reforzamiento entre el Experimento 3 y 4.



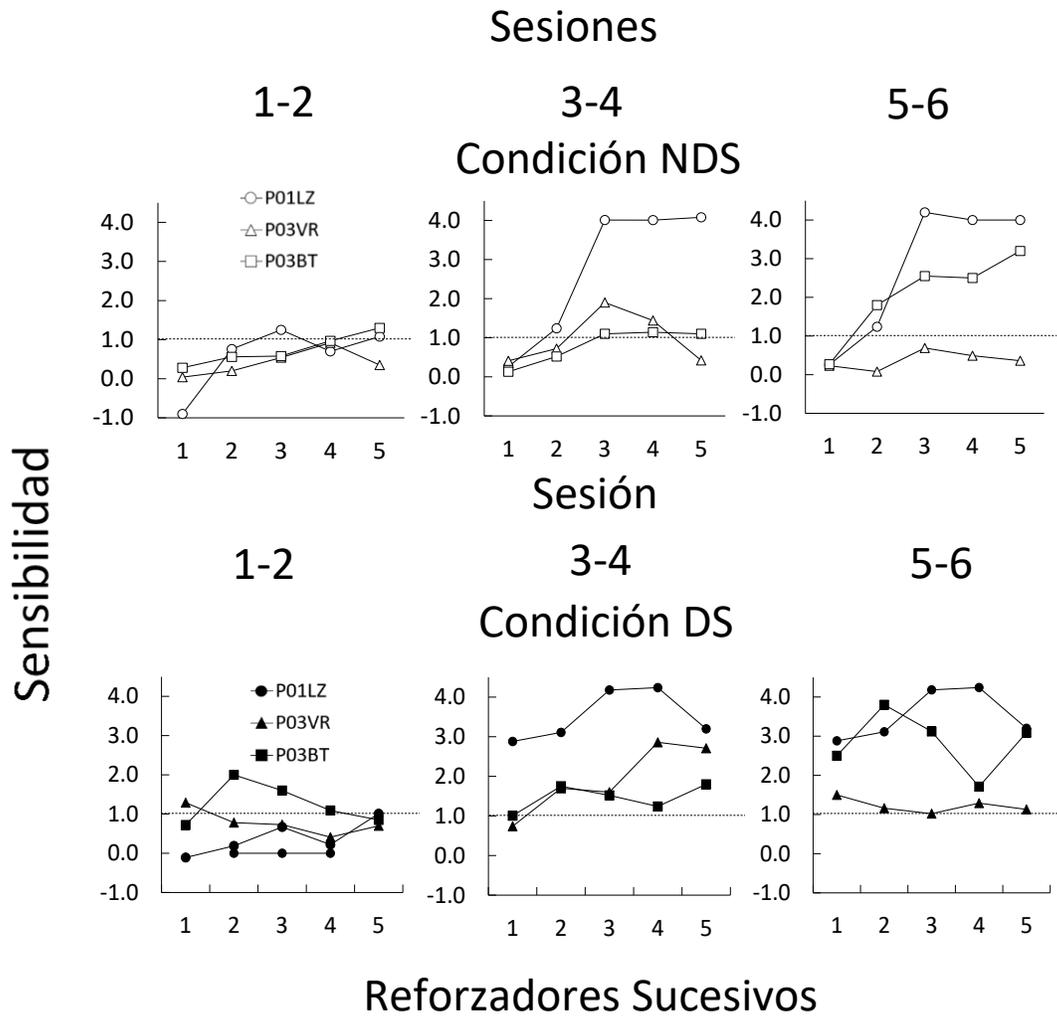
*Nota.* Cada panel muestra datos individuales. La columna izquierda muestra datos del Experimento 1. La columna derecha muestra datos del Experimento 2. La fila superior compara la condición NDS para ambos experimentos. La fila inferior compara las condiciones DS. La línea punteada indica igualdad perfecta.

La Figura 29 muestra las sensibilidades individuales como función de la entrega sucesiva de reforzadores. El cálculo de los valores de sensibilidad se realizó dividiendo las sesiones en bloques de dos. Los paneles en la parte superior corresponden a la condición NDS y los inferiores a la condición DS. En el primer bloque de sesiones en la condición NDS las curvas de sensibilidad comienzan en valores cercanos a la indiferencia y muestran un incremento gradual hacia la igualdad conforme se entregan los reforzadores. Este patrón fue el mismo obtenido en el Experimento 3 para esta misma condición y es similar a previos reportes en la literatura. Sin embargo, en el segundo bloque de sesiones, la sensibilidad incrementa dramáticamente a partir de la entrega del tercer reforzador para los participantes P01LZ y P03VR. Sus valores alcanzan una sobre igualdad muy pronunciada, siendo el participante P01LZ el que presenta el desempeño más extremo. En el último bloque de sesiones, los participantes P01LZ y P03BT muestran el mismo incremento dramático en sensibilidad al principio del componente con la entrega del segundo reforzador. El participante P03VR, sin embargo, alcanza valores de igualdad y varía alrededor de la línea de igualdad al final del componente.

La condición DS muestra resultados diferentes. En el primer bloque de dos sesiones el desempeño individual es irregular y muestra decrementos en la sensibilidad conforme termina el componente. A pesar de ello, en el segundo bloque de sesiones, las ejecuciones individuales comienzan en igualdad y alcanzan la sobre igualdad con la entrega del segundo reforzador. Mientras que los participantes P03VR y P03BT produjeron curvas horizontales sobre la línea de igualdad, el participante P01LZ mostró un incremento abrupto en la sensibilidad con la entrega del tercer reforzador. Este participante fue el mismo que mostró un incremento en sensibilidad en este mismo bloque en la condición NDS. El bloque final de sesiones muestra sobregrabación para todos los participantes. Mientras que la sensibilidad en la curva del participante P03VR estaba cerca de la igualdad, los participantes P01LZ y P03BT muestran sobre igualdad pronunciada y una variabilidad sustancialmente alta. Al final del experimento, se llevó a cabo la entrevista post experimental como la del Experimento 1. Solamente los participantes P01LZ y P03BT reportaron una regla precisa que describía la manera en que el arreglo de estímulos discriminativos funcionaba.

Figura 29.

*Sensibilidad del reforzamiento por bloques como función de la entrega de reforzadores sucesivos*



*Nota.* Cada columna muestra funciones calculadas con el número de sesiones señalado en la parte superior de la columna. La primera fila compara el desempeño en diferentes bloques de sesiones para la condición NDS. La segunda fila compara el desempeño en la condición DS. La línea punteada indica igualdad perfecta.

### Discusión.

Incrementar el número de sesiones afectó la distribución operante de respuestas en la condición DS y NDS. Cuando los datos de solamente dos sesiones fueron utilizados para analizar el logaritmo de las razones de respuesta y la sensibilidad al reforzamiento como función de la entrega sucesiva de reforzadores, los resultados replicaron los obtenidos en el

experimento 3 (Figura 28). Esto teniendo en cuenta que los participantes eran de diferentes países y los experimentos fueron realizados en diferentes localizaciones.

Las sesiones adicionales revelaron un efecto al extender el periodo de estudio. Para la condición NDS, las razones de respuesta inicialmente comenzaban en valores cercanos a la indiferencia, pero cambiaban hacia valores más extremos conforme pasaban las sesiones (Figura 27). Las funciones resultantes de conjuntar los datos de los participantes muestran diferencias por componente en las razones de respuesta: las razones de respuesta parecían ser más extremas en los componentes con mayor diferencia en la razón de reforzamiento (Figura 27). La sensibilidad al reforzamiento también cambió en esta condición. A pesar de que las curvas individuales comenzaban en valores cercanos a la indiferencia para todos los bloques de sesiones, se observó sobre igualdad en todos los participantes en los últimos dos bloques (Figura 29). Este incremento en sensibilidad fue más evidente en el último bloque de sesiones.

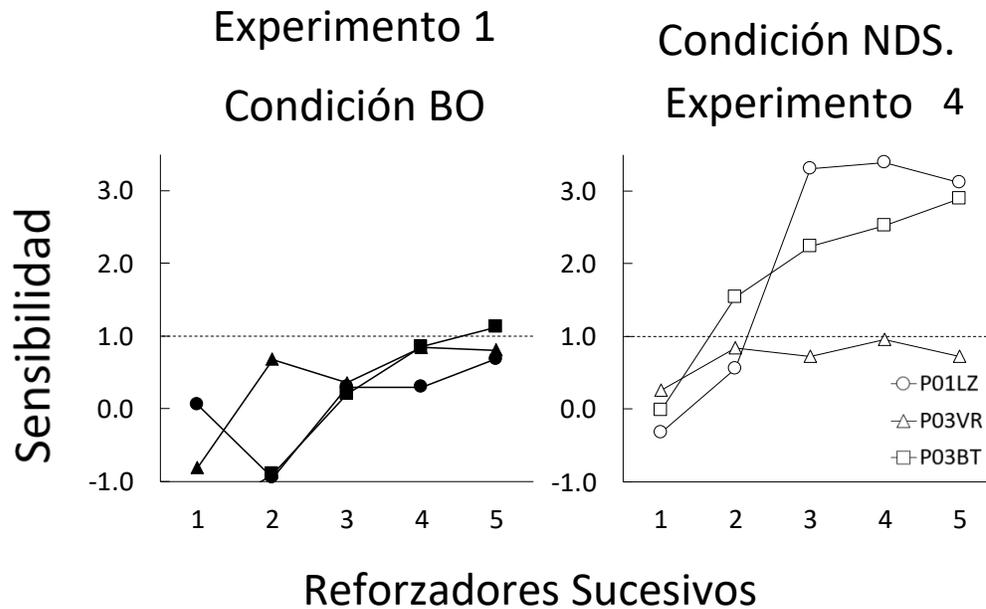
En la condición DS, la preferencia por la alternativa más favorable fue más pronunciada que en la condición NDS al transcurrir las sesiones (Figuras 25 y 26). El conjuntar los datos para obtener las curvas de los logaritmos de las razones de respuestas por componente mostró funciones que favorecían claramente a la alternativa con más densidad de reforzamiento (Figura 27). La dinámica de elección mostrada en la Figura 27, guarda parecido con las obtenidas por Krägeloh y Davison (2003) (consultar sus Figuras 2, 3 y 5). Para el segundo bloque de sesiones en la condición DS, todas las ejecuciones alcanzaron sobre igualdad a partir de la entrega del segundo reforzador. El participante P01LZ presentó preferencia exclusiva. Se observó también una covariación entre los incrementos en sensibilidad en la condición DS y NDS. Por ejemplo, el participante P01LZ quien mostró un incremento en sensibilidad en la condición DS durante el segundo bloque de sesiones también mostró un incremento abrupto en la condición NDS para ese mismo bloque. Un fenómeno similar ocurrió en el último bloque de sesiones. Los participantes P01LZ y P03BT, quienes mostraron funciones extremas y altamente variables en la condición DS fueron los mismos que también mostraron incrementos en la sensibilidad al reforzamiento en la condición NDS.

Los resultados de este experimento entran en conformidad parcial con algunos estudios previos realizados con humanos que indican que la sensibilidad incrementaba conforme aumentaba el número de sesiones (Krägeloh, et al, 2010). La principal diferencia es que los incrementos observados en este experimento fueron mayores a los esperados para las dos condiciones. En la condición DS, los incrementos en sensibilidad alcanzaron la preferencia casi exclusiva hacia la alternativa más favorable (Figura 29). Inclusive, aún sin estímulos discriminativos (condición NDS), la preferencia alcanzó la sobre igualdad al final de los componentes en el último bloque de sesiones. De hecho, se observó preferencia exclusiva para 2 de los participantes a partir de la entrega del segundo reforzador para este último bloque (Figura 29). Este resultado no es compatible con los estudios previos. Por ejemplo, Krägeloh et al (2010) reportaron incrementos en la sensibilidad con el paso de las sesiones, pero sus valores nunca alcanzaron los niveles observados en nuestro experimento. Krägeloh et al (2010) reportaron las siguientes sensibilidades para cada participante al final de la sesión número 15: 0.98, 0.11, 0.46, -0.01, 0.31, 0.95. En contraste, nuestras sensibilidades finales fueron: 2.68, 1.128 y 2.65 para la condición DS y 3.112, 0.72 y 2.89 para la condición NDS.

La Figura 30 muestra una comparación entre los resultados obtenidos en el Experimento 4 en la condición NDS en el último bloque de sesiones (panel derecho) y los resultados obtenidos en el Experimento 1 enfocados en evaluar la modalidad de respuesta en la dinámica de elección (panel izquierdo). Se utilizó la misma tarea experimental, la misma clase de respuestas, los mismos componentes y distribuciones de intervalos en este último experimento, con la excepción de que los estímulos discriminativos estaban totalmente ausentes. Los datos presentados en el panel izquierdo de la Figura 30 corresponden a las últimas dos sesiones. Cuando los sujetos experimentales no tenían ningún contacto con los estímulos discriminativos, la sensibilidad se desarrolló de forma gradual durante un componente conforme se entregaban los reforzadores y nunca alcanzaba la sobre igualdad, aún con 10 sesiones. Para dos de los sujetos en el Experimento 4, sin embargo, la exposición al arreglo de estímulos parece haber influenciado su desempeño aún en condiciones donde no se encuentran estímulos discriminativos. Debido a la ausencia de estímulos discriminativos en la condición NDS en este experimento y las investigaciones previas reportando sensibilidades más bajas, ¿cómo puede explicarse este hallazgo?

**Figura 30.**

*Comparación de sensibilidad al reforzamiento entre el Experimento 1 Condición BO y el Experimento 4 Condición NDS.*



*Note.* El panel derecho muestra datos de Experimento 1 en la condición BO. El panel derecho muestra el último bloque de sesiones en la condición NDS del Experimento 4. La línea punteada indica igualdad perfecta.

La conducta verbal afecta el desempeño humano bajo programas concurrentes de reforzamiento (Horne & Lowe, 1993). En el contexto de la conducta verbal, una regla es un estímulo discriminativo verbal y el comportamiento gobernado por reglas es conducta operante bajo el control de una regla (Baum, 1994, 1995; Hayes, et al., 1986; Skinner, 1969). Diferentes estudios han mostrado que proporcionar reglas a los participantes permite que desarrollen sensibilidad de manera rápida y precisa a las contingencias de reforzamiento que operan en una situación (Hayes, et al 1989; Shimoff, et al., 1986). Cuando se proporciona una regla verbal de desempeño a participantes bajo el uso de programas concurrentes de reforzamiento, el resultado obtenido es sobre igualdad (Horne & Lowe, 1993; Takahashi & Iwamoto, 1986). Debido a que se observó sobre igualdad en las ejecuciones individuales tanto para la condición DS como la NDS, una explicación plausible es que la conducta verbal de los participantes pudo afectar los presentes

resultados, siendo esto una instancia de conducta gobernada por reglas (Catania, et al., 1989).

Bajo ciertas condiciones, un individuo puede desarrollar una regla (auto regla) como resultado de sus interacciones con las contingencias de reforzamiento (Catania, et al 1982; Cerutti, 1989; Shull & Lawrence, 1998). Investigaciones previas ha mostrado similitudes funcionales entre reglas externamente proporcionadas y reglas auto generadas (Baumann, et al., 2009; Rosenfarb, et al., 1992). Es posible que la repetida exposición al arreglo de estímulos, y la manera en que funcionaba, facilitó la auto generación de un estímulo discriminativo verbal (una auto regla). Una vez generada esta regla, la correspondencia entre la regla y las contingencias programadas pudo haber causado un incremento abrupto en la sensibilidad conforme las sesiones pasaban en la condición DS, causando la sobre igualdad. Por ejemplo, en el último bloque de sesiones, la preferencia hacía la alternativa con mayor densidad de reforzamiento comenzaba antes de la entrega del primer reforzador y se mantuvo exclusiva para esa alternativa hasta el final del componente para 2 de los 3 participantes. Esto se reflejó en la forma de las funciones al final del último bloque de dos sesiones en la condición DS (Figura 29). Esta hipotetizada auto regla también pudo haber afectado el desempeño en la condición NDS. Existe la posibilidad de que, si un participante formuló una auto regla, el efecto de esta regla haya causado un efecto de arrastre a los componentes NDS, incrementando de manera artificial la sensibilidad ante las diferencias entre las razones de reforzamiento. Esto podría explicar por qué los valores de sensibilidad comenzaban en la indiferencia y después alcanzaban la sobre igualdad en el último bloque de dos sesiones para la condición NDS. Existe evidencia que puede apoyar este argumento. Un ejemplo es el estudio de Galizio (1979) sobre evitación humana donde la exposición a estímulos verbales (etiquetas instructivas asociadas a diferentes luces en un programa múltiple) en fases previas causó una especie de afecto de arrastre a fases donde no se encontraban esos estímulos en la forma de una sensibilidad mejorada a los parámetros de los programas en vigencia.

La hipótesis de la conducta verbal ha sido sugerida muchas veces en el pasado cuando estímulos discriminativos como los de esos experimentos son usados con participantes humanos bajo programas concurrentes de reforzamiento (Horne & Lowe,

1993; Madden & Perone, 1999; Takahashi & Iwamoto, 1986). Sin embargo, los resultados de este experimento no pueden confirmar esta hipótesis debido a que no tenemos forma de saber si lo que los participantes reportaron al final de este experimento se parecía a los estímulos verbales que controlaban la elección durante el experimento.

## Experimento 5. Efectos de proporcionar una regla de desempeño

En este experimento se buscó comenzar a explorar la hipótesis de la conducta verbal proporcionando una regla de desempeño a los participantes. Si una auto regla puede ser desarrollada por el simple uso del arreglo, entonces el desempeño al proporcionar una regla podría ser funcionalmente similar a lo que se observó en la condición DS en el Experimento 4. Horne & Lowe (1993) encontraron que, cuando una regla es proporcionada a los participantes, el resultado es sobre igualdad. Observar sobre igualdad cuando una regla es proporcionada utilizando el presente procedimiento no solo extendería la generalidad de hallazgos previos, sino que permitiría un punto de comparación directo con los resultados de la condición DS del Experimento 4, proporcionando un punto de referencia para entender como un estímulo discriminativo verbal cambia el desempeño de los participantes.

En este experimento, se buscó observar la dinámica de elección que emerge cuando se proporciona una regla que describe el funcionamiento del arreglo de estímulos discriminativos a los participantes al principio del experimento. Predecimos que el desempeño cuando se proporciona la regla se parecerá al observado en la condición DS en el último bloque de sesiones del Experimento 4.

### **Método.**

#### **Participantes**

Participaron 3 estudiantes de licenciatura de entre 18 y 21 años reclutados de la base de datos de estudiantes de licenciatura de la Universidad de Santa Clara. Se les proporcionó a los participantes un consentimiento informado y se les comentó que su participación era voluntaria.

#### **Aparatos.**

Se utilizó la misma localización y los mismos aparatos que en el Experimento 3 y la programación y la recolección de datos para la tarea experimental fue lograda utilizando Visual Studio 2018 para Windows.

**Procedimiento.**

La tarea experimental fue idéntica al procedimiento utilizado en el Experimento 1 y 2 con dos excepciones. Primero, la única condición en operación fue la condición con estímulos discriminativos (Condición DS). Por lo tanto, solo 7 componentes fueron presentados durante una sesión de manera irregular. Una sesión duraba 15 minutos. En un día, se llevaron a cabo un total de 3 sesiones con un periodo de descanso de 2 minutos entre sesiones.

Segundo, se proporcionó una regla de desempeño a los participantes al principio del experimento. Las instrucciones del Experimento 1 fueron modificadas de la siguiente forma:

Vas a encontrar una fila con círculos blancos en la parte superior de la pantalla. Un círculo rojo va a aparecer en el arreglo. El círculo rojo indica que arma va a hacer que la nave enemiga explote más rápido. Por ejemplo, si el círculo rojo está en el lado derecho, entonces el botón derecho es el más efectivo. Si el círculo rojo está en el lado izquierdo, entonces el botón izquierdo es más efectivo. Entre más alejado del centro este el círculo, más efectivo es el botón. Cuando destruyas todas las naves en un cuadrante, solo espera hasta que el botón de inicio vuelva a aparecer. Cuando estés listo, presiona continuar.

Las instrucciones estaban diseñadas para proporcionar una regla que facilitara la distribución de respuestas operantes de los participantes de acuerdo con los estímulos presentes en la situación. Así como en el Experimento 3, las instrucciones fueron leídas en voz alta a los participantes y se proporcionaban en la pantalla inicial de la tarea en cada sesión.

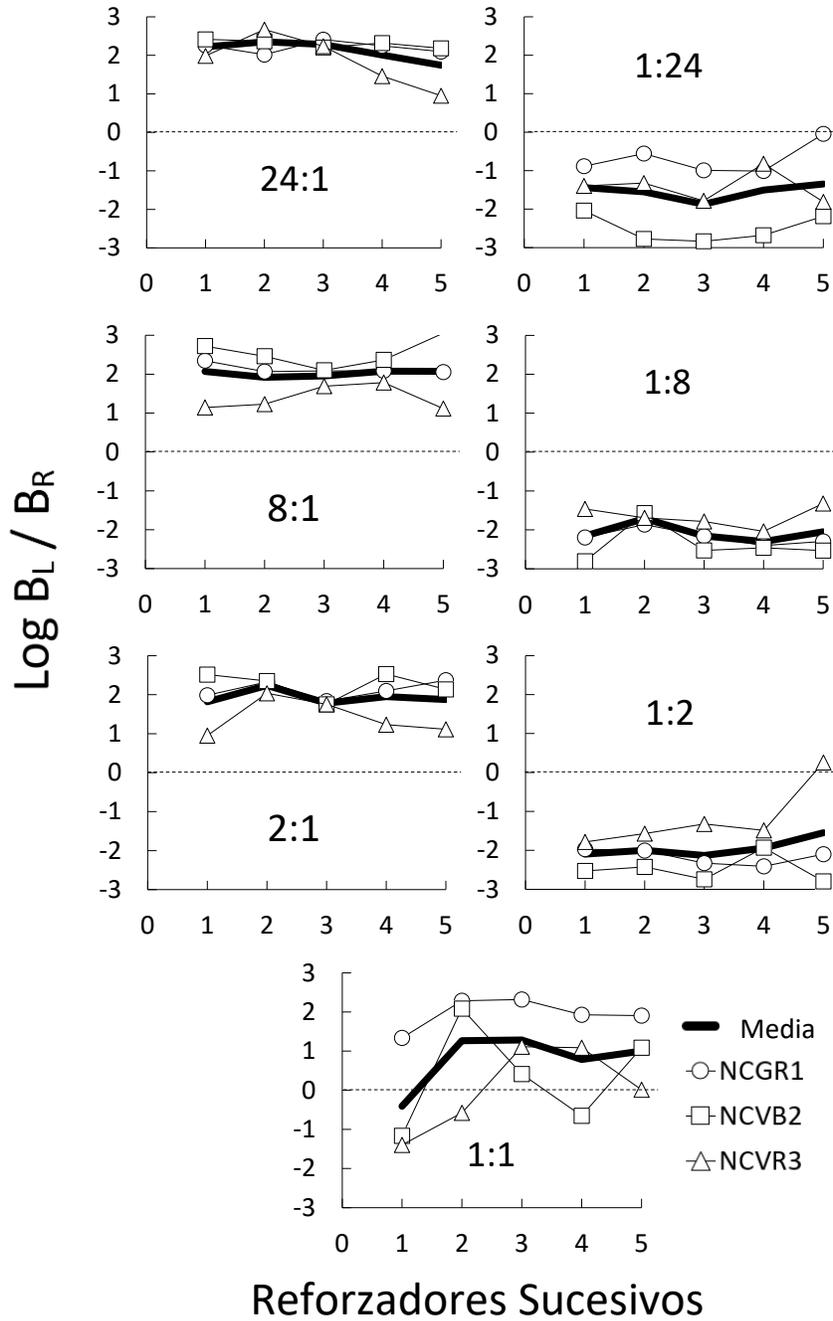
## Resultados.

La Figura 31 muestra el logaritmo de las razones de respuestas izquierda/derecha como función de la entrega sucesiva de los reforzadores para cada participante y la media grupal. Para cada componente, las razones de respuesta comenzaban a favorecer de manera inmediata el lado con mayor densidad de reforzamiento. Para todos los sujetos, se sumó .25 a todos los conteos de respuesta como lo sugiere Brown y White (2005). El participante NCVR3 muestreo la alternativa menos favorable en más ocasiones, mostrando una función de razones de respuesta menos extrema para todos los componentes en donde las razones de reforzamiento eran variadas entre las alternativas. Las razones de respuesta para este participante tendían a volverse menos extremas conforme se entregaba los reforzadores.

En general, se observa preferencia muy pronunciada hacia la alternativa más favorable para todos los participantes. Aunque la preferencia casi exclusiva se observó en las condiciones DS en algunos participantes en los Experimentos 3 y 4, en este experimento este hallazgo fue más claro y estuvo presente en todas las condiciones para todos los sujetos. La razón de reforzamiento programada para cada componente parece no haber afectado el desempeño de los participantes más que para mover sus respuestas hacía el lado más favorable. De hecho, las razones de respuestas no eran menos extremas conforme la diferencia en tasa de reforzamiento disminuía en cada componente. Para el componente 1:1, se observó un patrón “arriba-abajo”. Los participantes alternaban los lados para cada entrega de reforzamiento. Un patrón similar también fue encontrado en el Experimento 3 en el mismo componente en la condición DS (Figura 20 y 21).

Figure 31.

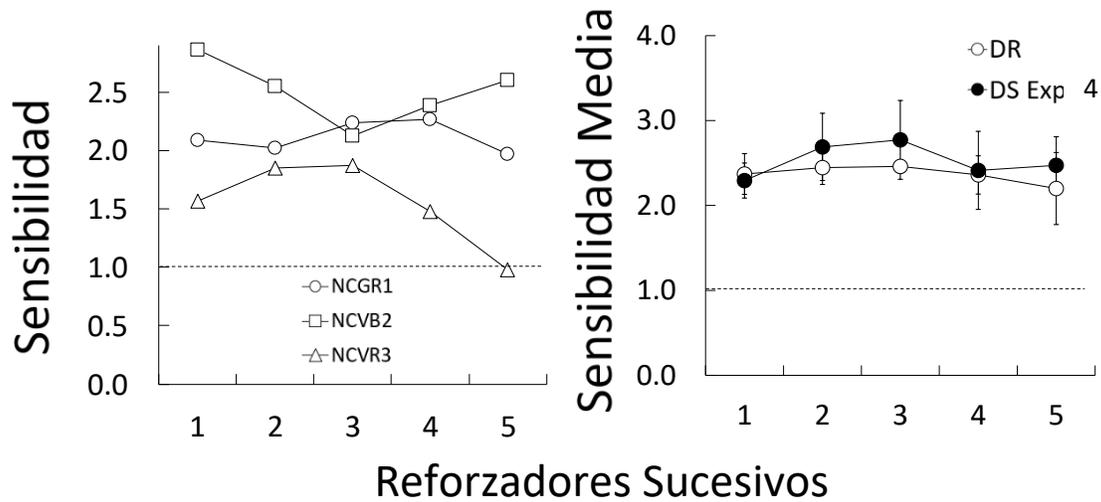
Razón logarítmica izquierda derecha como función de la entrega de reforzadores en todos los componentes.



Note. Cada función es un participante. La línea punteada indica indiferencia.

Figure 32.

*Sensibilidad al reforzamiento como función de la entrega sucesiva de reforzadores*



*Note.* Panel izquierdo. Datos individuales de sensibilidad en el Experimento 5. Panel derecho. Promedio de sensibilidad en el Experimento 4 en la condición DS. Las barras de error son el error estándar de la media. La línea punteada representa igualdad estricta.

El panel izquierdo de la Figura 32 muestra las sensibilidades para cada participante. Todas las sensibilidades se encuentran sobre la línea de igualdad estricta (1.0). Las curvas individuales son diferentes entre sí, mostrando diferentes formas funcionales. Mientras que para los participantes NCGR1 y NCVB2 no parecen haber una tendencia sistemática, el participante NCVR3 muestra una tendencia de decremento. Como se señaló anteriormente, esto puede haber sido causado por muestrear la alternativa menos favorable conforme ocurrían los reforzadores. Su curva comienza con una sensibilidad de entre 1.5 y 2.0 para después decrementar a valores cerca de la igualdad estricta (1.0).

El panel derecho de la Figura 32 muestra una comparación entre los resultados obtenidos en el Experimento 5 y los resultados del Experimento 2 en la condición DS. Los círculos negros corresponden a la media de los sujetos en la condición DS para las últimas dos sesiones. Los círculos blancos representan la media para los sujetos en este

experimento a quienes se les proporcionó la regla de ejecución (DR). Ambas curvas muestran sobre igualdad. La curva producida en este experimento presenta menos variabilidad en comparación con la curva de grupo del Experimento 4 en la condición DS. De manera general, para las dos funciones del panel derecho de la Figura 32, los valores de sensibilidad no varían sistemáticamente a lo largo de las entregas de reforzadores.

### **Discusión**

Proveer una regla de ejecución al principio del experimento causó preferencia casi exclusiva hacia la alternativa favorable señalizada por el arreglo (Figura 31 y 32). Las diferencias en las razones de reforzamiento entre componentes no causaron diferenciación en las razones de respuesta (Figura 31). Aunque la sensibilidad varió entre sujetos, el resultado general fue sobre igualdad para todos los sujetos. Los reforzadores individuales tampoco influyeron en la sensibilidad. En lugar de ello, la sensibilidad parecía estar completamente desarrollada al principio del componente (Figura 32). El efecto de introducir una regla al principio del experimento fue consistente con resultados previos en generar una correspondencia precisa con las contingencias de reforzamiento (Catania, et al., 1989; Shimoff, et al., 1986) y más específicamente en producir sobre igualdad (Horne & Lowe, 1993; Takashi, & Shimakura, 1998).

Considerando que los resultados de este experimento fueron producidos al proporcionar una regla de desempeño que describía la manera en la que operaban las contingencias de reforzamiento en relación con los estímulos discriminativos en la presente situación, la similitud entre las curvas obtenidas en este experimento y las del Experimento 4 es sugestiva (Figura 32). Las diferencias en variabilidad de ambas curvas concuerdan con investigación previa que muestra que el desempeño en condiciones de auto reglas tiende a ser más variable que el observado al proporcionar reglas (véase la Figura 3 de Baumann, et al., 2009; Rosenfarb, et al., 1992). En síntesis, la comparación de los resultados de este experimento y los obtenidos en el Experimento 2 proporcionan apoyo a la explicación de la auto regla.

## Conclusiones generales

Los experimentos realizados en esta tesis han permitido obtener datos importantes sobre los factores procedimentales que pueden afectar el estudio de la distribución operante ante diferentes alternativas en sujetos humanos. A continuación, se describirán las conclusiones a las que se llegó para cada objetivo específico.

### Modalidad de respuesta

En investigaciones previas se argumentó que el uso de botones podría acarrear problemas en el desarrollo de la sensibilidad al reforzamiento debido a la probable presencia de algún efecto “residual” de esta modalidad (Krägeloh, et al. 2010). Esto presumiblemente por nuestra interacción cotidiana con botones. El Experimento 1 aportó evidencia de la ausencia de este hipotético efecto residual de la historia del reforzamiento de las personas. De hecho, el responder utilizando botones como modalidad de respuesta no solo permitió observar la transición al lado más favorable dentro de los componentes (Figura 10), sino que también permitió el desarrollo de la sensibilidad al reforzamiento de manera progresiva y compartiendo la misma forma funcional a la reportada en la literatura animal (Figura 11, y 12). Lo anterior parece indicar que las diferencias reportadas en los valores de sensibilidad al reforzamiento no son causadas directamente por la modalidad de respuesta, sino que podrían depender de otros factores (Kollins et al, 1997). Comparando los hallazgos de Lie et al., (2009) con los obtenidos en el Experimento 1, podemos afirmar que probablemente fueron otros los factores metodológicos los causantes de la falta de control por parte de las razones de reforzamiento programadas en el responder participantes en su estudio. Algunos factores candidatos a exploración experimental podrían ser los efectos de diferentes operaciones de establecimiento y la presencia/ausencia de estímulos discriminativos.

Un aspecto intrigante del Experimento 1 fue la falla en observar sensibilidad con la tarea de los blancos móviles. Se argumentó que la causa era el parámetro de cambio de los blancos móviles, ya que reforzaba un seguimiento más lento de los blancos y generaba

respuestas más espaciadas y menos frecuentes. A la larga, esto causaría una falta de diferenciación entre los tiempos entre reforzadores. Los resultados obtenidos en el Experimento 2 parecen aportar validez a este argumento, poniendo al centro de la discusión a variables como la inmediatez del reforzamiento y la velocidad al responder. La Figura 17 demostró que los tiempos entre respuesta de los participantes eran menores al cambiar el parámetro de cambio de 2000 ms a 300 ms. En pocas palabras, tendían a responder de manera más constante cuando la velocidad de cambio de los blancos era de 300 ms. Se puede argumentar que responder con más frecuencia y de manera menos espaciada favoreció la experimentación de los requisitos temporales de cada programa. Así, la correlación extendida entre el responder y la experimentación de los requisitos temporales de los programas resultó en el desarrollo de la sensibilidad al reforzamiento. El papel primordial de la inmediatez del reforzamiento en situaciones de distribución libre de respuestas ya se ha señalado en algunos análisis anteriores (Fantino, et al., 1993; Moore, 2010). Cabe aclarar que, tanto esta, como otras variables, actúan de manera temporalmente extendida, lo cual es evidente si se toma en cuenta que las dinámicas de elección emergen al muestrear de manera repetida la forma de respuesta de los organismos (Bell & Baum, 2017).

A pesar de observar sensibilidad al reforzamiento con la modalidad de respuesta de blancos móviles, los hallazgos sugieren que esta modalidad de respuesta puede significar una limitante metodológica importante si se pretende utilizar la tasa de respuestas como variable dependiente. Un aspecto fundamental de los procedimientos de operante libre es arreglar la posibilidad de la emisión libre de respuestas (Perone, 1991). En el caso de este experimento, la tasa de respuestas fue significativamente inferior con este procedimiento respecto al que implicó el uso de botones. Los datos parecen indicar que, aunque el participante invertía tiempo en un lado de la pantalla, no necesariamente daba clic en el blanco ya que podría haber estado siguiendo el blanco sin emitir respuesta alguna. Lo anterior implicaría que la variable dependiente más sensible a las manipulaciones bajo esta modalidad sería el tiempo invertido en cada alternativa y no la tasa de respuestas. Se sabe que los valores de sensibilidad basados en tiempo son similares a los estimados a partir de respuestas en los procedimientos utilizados en la literatura (Alsop & Elliffe, 1988; Davison & McCarthy, 1988). No obstante, los primeros suelen ser siempre mayores (Elliffe &

Alsop, 1996). Por otro lado, desde la teoría se ha argumentado que es el tiempo y no las respuestas la medida fundamental del comportamiento (Baum, 2010, 2018a). Esta tesis se ve limitada debido a que no se pudieron estimar los tiempos invertidos en cada alternativa para todos los experimentos. Aunque el reducir el parámetro de cambio de los blancos móviles en el Experimento 2 causó una reducción en los tiempos entre respuesta y el surgimiento de sensibilidad al reforzamiento, el argumento del tiempo se mantiene vigente y su consideración es muy importante para futuras investigaciones.

En esta misma línea de análisis, otro factor que considerar en futuros esfuerzos experimentales es la naturaleza de la distribución de los intervalos dentro de cada programa de intervalo variable. Partiendo de los resultados encontrados en los tiempos entre respuestas y el desarrollo de sensibilidad al reforzamiento con blancos móviles, así como el hecho de que se ha demostrado que el uso distintas distribuciones de intervalos que conforman los programas IV en un programa concurrente tienen efectos diferenciales en la emergencia de valores de sensibilidad de reforzamiento (Heyman, 1979; Elliffe & Alsop, 1996), valdría la pena indagar sobre los efectos de utilizar distintas distribuciones de intervalos que conforman los valores de los programas de intervalo variable en el desarrollo de sensibilidad al reforzamiento con humanos.

En conclusión, aunque ambas tareas permitieron observar sensibilidad al reforzamiento con algunas diferencias, es necesario destacar dos puntos. Primero, los resultados indican que existe un mayor arrastre de los componentes para la tarea de los botones en relación con la de los blancos móviles. Esto a pesar de mantenerse constante el tiempo entre componentes. Este aspecto sería susceptible a mayor indagación empírica en el futuro, variando la duración del periodo entre componentes y verificando si el arrastre cambia de manera sistemática con esta manipulación como se ha demostrado previamente (Davison & Baum, 2002). Segundo, las ejecuciones son considerablemente más variables cuando se utilizaron los blancos móviles en comparación a los botones. Esto es especialmente evidente en la forma funcional de las curvas de sensibilidad al reforzamiento obtenidas. Sobre este aspecto, la tarea de los botones parece producir ejecuciones menos variables y más cercanas a lo reportado en la literatura, en la medida en que las curvas conservan la forma de una función negativamente acelerada. No queda claro aún por qué

las ejecuciones producidas en este estudio con los blancos móviles en el Experimento 2 no presentan exactamente esta forma. Sin embargo, el argumento del tiempo invertido como una potencial variable dependiente para este procedimiento podría explicar las discrepancias encontradas en el Experimento 1 y 2. *Si se toma a consideración lo anterior, el procedimiento que utiliza botones fue más efectivo para evaluar la distribución libre de conducta operante en humanos.*

Finalmente, podemos señalar que la modalidad de respuesta es un factor importante al momento de estudiar elección operante con participantes humanos. De acuerdo con los hallazgos de este estudio, la importancia radica no tanto en la modalidad de respuesta por sí misma, sino en garantizar que las contingencias programadas sean experimentadas por los participantes. En el caso de distribución de conducta operante ante distintas alternativas, el punto central parece encontrarse en que la forma de responder garantice el establecimiento de una correlación entre el responder y el experimentar de manera repetida los valores de requisito temporal, factor clave para garantizar el desarrollo de la sensibilidad al reforzamiento (Baum, 1973; Elliffe & Alsop, 1996). Aunque el desarrollo de sensibilidad al reforzamiento fue observado para ambas modalidades de respuesta, se observó una menor variabilidad entre participantes cuando se utilizó la tarea de los botones. Esto último hace que esta tarea pueda ser vista como una opción en el futuro para posteriores indagaciones empíricas. Aunque en la literatura se han discutido algunas de las posibles limitaciones al usar modalidades de respuesta como la presión de botones con humanos (Baron & Perone, 1982), el rápido cambio ambiental en el procedimiento utilizado en este experimento, acompañado de una buena estrategia de implementación de operaciones de establecimiento (Baum, 1975; Michael, 1993) puede ayudar a garantizar un mejor control experimental con participantes humanos. El respaldo a las suposiciones anteriores solamente se logrará por medio de la indagación empírica sobre el efecto de estos factores.

### **Estímulos discriminativos ordinales.**

Los Experimentos 3, 4 y 5 exploraron los efectos de utilizar estímulos discriminativos ordinales al estilo de los estudios de Bradshaw et al, (1981) utilizando un procedimiento de rápido cambio ambiental. Cuando los estímulos discriminativos estaban ausentes, los resultados replicaron los hallazgos de Davison y Baum (2000). Los resultados de esta condición (NDS) en el Experimento 3 y 4 contribuyen a la generalidad de los hallazgos de la dinámica de elección utilizando humanos como participantes. También, proporcionan apoyo a una visión teórica donde la igualación y la dinámica de elección en transición puede ser considerada como un proceso conductual general compartido por muchas especies, incluida la humana (Baum, 1994, 2018).

El uso de estímulos discriminativos ordinales (condición DS) reveló una dinámica de elección diferente. Los resultados del Experimento 3 parecían reflejar un simple control de estímulos, similar al reportado en el estudio de Krägeloh & Davison (2003). Sin embargo, un incremento en el número de sesiones, realizado en el Experimento 4, reveló sobre-igualación, tanto en la condición DS como en la NDS. Se planteó que los participantes podrían haber generado una regla sobre el funcionamiento del arreglo de estímulos por lo que el Experimento 5 exploró los efectos de proveer una regla a los participantes. Se observó una dinámica de elección similar entre los resultados de este experimento y los de la condición DS del Experimento 4. Esto tanto en razones de respuesta como en sensibilidad al reforzamiento. Por lo tanto, los datos proporcionan apoyo a la explicación basada en la generación de auto reglas como resultado de la exposición al arreglo de estímulos ordinales.

La conducta verbal siempre está presente en nuestra vida diaria (Catania, et al; Hayes, 1989). Un factor importante que considerar cuando se hace investigación con sujetos humanos es la influencia de la conducta verbal en los resultados experimentales (Baron, Perone & Galizio, 1991; Galizio & Buskist, 1988; Lattal & Perone, 1998; Shull & Lawrence, 1998). Si el ajuste abrupto a las contingencias de reforzamiento observado cuando el arreglo de estímulos discriminativos estaba presente (y el sospechado efecto de arrastre a la condición NDS) fuese producto de la conducta verbal, entonces la sensibilidad

observada en experimentos que usan un arreglo ordinal de estímulos discriminativos es diferente a la observada en estudios con animales. Shimoff, et al., (1986) utilizaron el término “pseudosensibilidad” para referirse a la modulación que genera la conducta verbal entre el comportamiento de un participante y las contingencias de reforzamiento. Si esto fuera lo que ocurrió en mis experimentos, entonces la “sensibilidad” observada en la condición DS en el Experimento 3, 4 y 5 (y posiblemente la sensibilidad en la condición NDS del Experimento 4) no es del mismo tipo que la sensibilidad moldeada por las contingencias observada en los estudios con animales. Por lo tanto, es apropiado concluir *que la evidencia en esta tesis indica que es posible obtener patrones de sensibilidad similares a los de la literatura animal con humanos sin necesidad de utilizar estímulos discriminativos ordinales. Quizá aún más importante es señalar que esfuerzos de investigación futuros deben considerar que si se utiliza el arreglo de estímulos discriminativos ordinales, entonces los resultados obtenidos podrían ser una instancia de pseudosensibilidad. Esta conclusión puede tener profundas implicaciones al analizar los resultados de la literatura humana sobre elección operante. A pesar de esto, se requiere de más investigación para confirmar esta hipótesis.*

La presente investigación se queda corta al explorar la hipótesis de la conducta verbal. Sin embargo, una manipulación potencial para futuros estudios podría consistir en usar el arreglo de estímulos discriminativos y poner a prueba la conducta revirtiendo las contingencias (Shull & Lawrence, 1998). Un hallazgo robusto en la literatura es que, cuando se introduce una regla, el desempeño de los participantes se puede volver insensible a las contingencias (Catania, Shimoff & Matthews, 1989; Hayes, Zettle & Rosenfarb, 1989). Esto es, la conducta no cambia cuando hay un cambio en las contingencias del reforzamiento (Madden, Chase & Joyce, 1998). Si se programa un cambio en la razón de reforzamiento en contradicción con el funcionamiento del arreglo de estímulos y la conducta no cambia de acuerdo con este cambio, entonces se podría proporcionar apoyo a la hipótesis de la conducta verbal.

Aunque la conducta verbal puede afectar la elección, se debe de tener cuidado al entender el proceso. Un primer paso es evitar las explicaciones en términos de causas inmediatas del comportamiento (Baum, 2011b). Un ejemplo de este tipo de explicaciones

es la idea de que una regla “causa” el comportamiento observado. La conducta verbal es conducta operante (Skinner, 1957). Un corolario de nuestra ciencia y la base de su epistemología es la noción de que la conducta es una función del ambiente (Baum, 1989; 1994; Zuriff, 1985). Debido a esto, las reglas y las auto reglas no pueden ser vistas como “causas” del comportamiento. Más bien, son parte del comportamiento y deben ser tratadas como tal (Catania, et al., 1989; Shimoff, et al., 1998). Producir un estímulo discriminativo verbal es conducta operante, como cualquier otro comportamiento. Es una actividad adquirida a través del tiempo y gobernada por sus consecuencias (Baum, 1994; 1995). Si se pudiera realizar un análisis a una escala temporal más extendida, seríamos capaces de observar muchas instancias donde un individuo obtiene consecuencias favorables al producir y seguir sus propios estímulos discriminativos verbales. Con el tiempo, esta correlación hace más probable que ocurra este comportamiento en situaciones ambientales específicas. Un ejemplo de situaciones ambientales que dan pie a la generación de estímulos verbales puede ser la presencia de un estímulo lo suficientemente saliente (el arreglo de estímulos utilizado en los Experimentos 3, 4 y 5), del cual se sabe guarda relación con la situación (mediante las instrucciones), pero se desconoce su funcionamiento preciso. Bajo esta explicación, el ambiente sigue siendo el determinante de todo el comportamiento observado. No hay ningún misterio en lo anterior, debido a que siempre es posible saber qué proceso conductual está ocurriendo al manipular las consecuencias (Shimoff, et al., 1998). Explicar la conducta es describir el ambiente en que el organismo interactúa, por lo que un análisis de las variables ambientales relevantes se tiene que realizar para entender el papel de la conducta verbal y su peso en la actividad humana (Baum, 1989, 1994, 2011, 2018; Hayes, 1993; Skinner, 1984). En este estudio, el uso del arreglo pareció haber producido resultados asociados con la conducta verbal. La exploración a profundidad de los efectos del arreglo de estímulos ante diferentes manipulaciones podría ayudar a aclarar: 1) el papel de la conducta verbal en los procedimientos de elección operantes con humanos; 2) los resultados variados que han sido reportados; 3) la identificación de las variables ambientales que controlan la conducta humana en los diferentes procedimientos y 4) una imagen clara de la igualación y la dinámica de elección como procesos conductuales fundamentales en nuestra especie.

Finalmente, se deben de destacar dos aspectos importantes. El primero tiene que ver con el tiempo de exposición de los participantes a las condiciones experimentales. En los estudios de dinámica de elección operante se estudia la transición y no el estado estable. Sin embargo, en estudios animales es común utilizar un criterio de tiempo fijo de 50 sesiones para observar patrones consistentes de comportamiento, utilizando para el análisis los datos de las últimas seis sesiones (Baum & Davison, 2009). El caso humano es más complejo. Las limitaciones en recursos y las complicaciones en la asistencia de los participantes hacen difícil extender las sesiones en un experimento. A pesar de lo anterior, se debe destacar que existe evidencia de que la sensibilidad cambia como función del número de sesiones en seres humanos (Krägeloh, et al., 2010). Una limitación del Experimento 3, 4 y 5 fue que utilicé un criterio de tiempo en lugar de un criterio de estabilidad cuantitativo. A pesar de que encontré orden en mis datos, solamente la replicación de los hallazgos de esta tesis en investigaciones posteriores podrá extender la generalidad de los resultados.

El segundo aspecto tiene que ver con las medidas utilizadas. A pesar de observar orden en los datos con medidas basadas en respuestas, el uso de medidas basadas en tiempo sigue representando una limitante metodológica del estudio. Como se señaló al principio de este apartado, estas medidas son consideradas desde la teoría como las mediciones más fundamentales del comportamiento. En este sentido, incorporar estas medidas en estudios humanos en el futuro podrá sumar aún más generalidad a lo que sabemos sobre dinámica de elección en nuestra especie. El estudio sostenido de la distribución de la conducta operante ante diferentes alternativas en humanos podría expandir los principios encontrados con especies no humanas y así, identificar aspectos peculiares a los humanos. Los resultados ayudarán a aclarar de una vez por todas las diferencias entre los estudios y podrían llevar al establecimiento de un procedimiento estándar para ser usado con sujetos humanos cuando se estudia la elección operante.

### Referencias.

- Alsop, B., & Elliffe, D. (1988). Concurrent-schedule performance: Effects of relative and overall reinforcer rate. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 49(1), 21–36. <https://doi.org/10.1901/jeab.1988.49-21>
- Aparicio C. F. (2008). Dynamics of choice and frequency of environment change. *Behavioural processes*, 78(2), 165–172. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2008.03.001>
- Aparicio, C. & Baum, W. (2006) Fix and Sample with rats in the dynamics of choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 86(1), 43-63. <https://10.1901/jeab.2006.57-05>
- Aparicio, C. F., & Baum, W. M. (2009). Dynamics of choice: relative rate and amount affect local preference at three different time scales. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 91(3), 293–317. <https://doi.org/10.1901/jeab.2009.91-293>
- Bailey, J. T., & Mazur, J. E. (1990). Choice behavior in transition: development of preference for the higher probability of reinforcement. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 53(3), 409–422. <https://doi.org/10.1901/jeab.1990.53-409>
- Baer D. M. (1977). "Perhaps it would be better not to know everything.". *Journal of applied behavior analysis*, 10(1), 167–172. <https://doi.org/10.1901/jaba.1977.10-167>
- Barlow, D., Nock, M. & Hersen, M. (2009). *Single case experimental designs: Strategies for studying behavior change*. Pearson.
- Baron A. & Perone M. (1998) *Experimental Design and Analysis in the Laboratory Study of Human Operant Behavior*. In: Lattal K.A., Perone M. (eds) *Handbook of Research Methods in Human Operant Behavior*. Applied Clinical Psychology. Springer, Boston, MA
- Baron, A. & Perone, M. (1982) The place of the human subject in the laboratory. *The Behavior Analyst*, 5. 143-158. <https://doi.org/10.1007/BF03392383>

- Baum, W. (1972) Choice is a continuous procedure. *Psychonomic Science*, 28. 263-265.  
<https://doi.org/10.3758/BF03328733>
- Baum, W. M. (1973). The correlation-based law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 20(1), 137-153. <https://doi.org/10.1901/jeab.1973.20-137>
- Baum, W. M. (1974). On two types of deviation from the matching law: Bias and undermatching. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 22(1), 231-242.  
<https://doi.org/10.1901/jeab.1974.22-23>
- Baum, W. M. (1975). Time allocation in human vigilance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 23(1), 45-53. <https://doi.org/10.1901/jeab.1975.23-45>
- Baum, W. M. (1979). Matching, undermatching, and overmatching in studies of choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 32(2), 269-281. <https://doi.org/10.1901/jeab.1979.32-269>
- Baum, W. M. (1981). Optimization and the matching law as accounts of instrumental behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 36, 387-403.  
<https://doi.org/10.1901/jeab.1981.36-387>
- Baum, W. M. (1989). Quantitative Prediction and Molar Description of the Environment. *The Behavior Analyst*, 12(2), 167-176. <https://doi.org/10.1007/bf03392493>
- Baum W. M. (1994). Richard J. Herrnstein: A memoir. *The Behavior analyst*, 17(2), 201-206.
- Baum, W. M. (1994). *Understanding behaviorism: Science, behavior, and culture*. HarperCollins.
- Baum, W. M. (1995). Radical Behaviorism and the Concept of Agency. *Behaviorology*, 3(1), 93-106.
- Baum W. M. (1995b). Rules, culture, and fitness. *The Behavior analyst*, 18(1), 1-21.  
<https://doi.org/10.1007/BF03392688>

- Baum W. M. (2002). From molecular to molar: a paradigm shift in behavior analysis. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 78(1), 95–116. <https://doi.org/10.1901/jeab.2002.78-95>
- Baum, W. (2005) *Understanding Behaviorism*. Blackwell Publishing: Oxford.
- Baum, W. M. (2010). Dynamics of choice: A Tutorial. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 94(2), 161-174. <https://doi.org/10.1901/jeab.2010.94-161>
- Baum W. M. (2011). Behaviorism, private events, and the molar view of behavior. *The Behavior analyst*, 34(2), 185–200. <https://doi.org/10.1007/BF03392249>
- Baum, W. (2011b). No Need for Private Events in a Science of Behavior: Response to Commentaries. *The Behavior Analyst*, 34(2), 237-244. <https://doi.org/10.1007/bf03392255>
- Baum W. M. (2013). What Counts as Behavior? The Molar Multiscale View. *The Behavior analyst*, 36(2), 283–293. <https://doi.org/10.1007/BF03392315>
- Baum, W. M. (2018a) Multiscale behavior analysis and molar behaviorism: An overview. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 110(3), 303-222. <https://doi.org/10.1002/jeab.476>
- Baum, W. M. (2018b). Three laws of behavior: Allocation, induction, and covariance. *Behavior Analysis: Research and Practice*, 18(3), 239-251. <http://dx.doi.org/10.1037/bar0000104>
- Baum, W. M., & Rachlin, H. C. (1969). Choice as time allocation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12(6), 861–874 <https://doi.org/10.1901/jeab.1969.12-861>
- Baum, W., Schwendiman, J., & Bell, K. (1999). Choice, contingency discrimination, and foraging theory. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 71(3), 355–373. <https://doi.org/10.1901/jeab.1999.71-355>

- Baum, W. M., & Davison, M. (2004). Choice in a variable environment: visit patterns in the dynamics of choice. *Journal of the experimental analysis of behavior*, *81*(1), 85–127. <https://doi.org/10.1901/jeab.2004.81-85>
- Baum, W. & Davison, M. (2009). Modeling the dynamics of choice. *Behavioural Processes*, *81*(2), 189-194. doi:10.1016/j.beproc.2009.01.005
- Baum, W. M. & Davison, M. (2014) Choice with frequently changing food rates and food ratios. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *101*(2), 246-274. <https://doi.org/10.1002/jeab.70>
- Baumann, A., Abreu-Rodrigues, J. & da Silva, A. (2009). Rules and self-rules: Effects of variation upon behavioral sensitivity to change. *The psychological record*, *59*, 641-670. <https://doi.org/10.1007/BF03395685>
- Baron, A., Perone, M., & Galizio, M. (1991). The experimental analysis of human behavior: Indispensable, ancillary, or irrelevant? *The Behavior Analyst*, *14*(2), 145-155. <https://doi.org/10.1007/BF03392565>
- Bell, M. & Baum, W. M. (2017) Concurrent Variable-Interval Variable-Ratio Schedules in a dynamic choice environment. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *108*. 367-397. <https://doi.org/10.1002/jeab.286>
- Belke, T. W., & Heyman, G. M. (1994). Increasing and signaling background reinforcement: Effect on the foreground response-reinforcement relation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *61*(1), 65–81. <https://doi.org/10.1901/jeab.1994.61-65>
- Block, N., Flanagan, O., & Guzeldere, G. (1997). *The nature of consciousness: Philosophical debates*. MIT Press
- Bradshaw, C. M., Szabadi, E., & Bevan, P. (1976). Behavior of humans in variable-interval schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *26* (2), 135-141. <https://doi.org/10.1901/jeab.1976.26-135>
- Bradshaw, C. M., Ruddle, H. V., & Szabadi, E. (1981). Studies of concurrent performances in humans. In C. M. Bradshaw, E. Szabadi, & C. F. Lowe (Eds.), *Quantification of*

- steady-state operant behavior* (pp. 79-90). Elsevier/North Holland Biomedical Press.
- Bradshaw, C. M., & Szabadi, E. (1988). Quantitative analysis of human operant behavior. In G. C. L. Davey & C. Cullen (Eds.), *Human operant conditioning and behavior modification* (pp. 225–259). Wiley.
- Brewer, W. F. (1974). *There is no convincing evidence for operant or classical conditioning in adult humans*. In W. B. Weimer & D. S. Palermo (Eds.), *Cognition and the symbolic processes*. Lawrence Erlbaum.
- Brown, G. & White, G. (2005). The optimal correction for estimating extreme discriminability. *Behavior Research Methods*, 37(3), 436-449.  
<https://doi.org/10.3758/BF03192712>
- Bourret, J., & Pietras, C. (2013). *Visual analysis in single-case research*. In G. J. Madden (Ed.), *APA handbook of behavior analysis, Vol. 1: Methods and principles*, (pp. 199-217). American Psychological Association.
- Bull, P., Tippett, L. & Addis, R. (2015) Decision making in healthy participants on the Iowa Gambling Task: new insights from an operant approach. *Frontiers in Psychology*, 6.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00391>
- Bush, R. & Mosteller, F. (1955) *Stochastic Models for Learning*. Wiley
- Buskist, W. & Miller, H. L. (1981). Concurrent operant performance in humans: Matching when food is the reinforcer. *The Psychological Record*, 31, 95–100.  
<https://doi.org/10.1007/BF03394723>
- Camargo, A., Azuaje, F., Wang, H. & Zheng, H. (2008). Permutation-based statistical tests for multiple hypotheses. *Source Code for Biology and Medicine*, 3(15)  
<https://doi.org/10.1186/1751-0473-3-15>
- Catania, C. (1962). Independence of concurrent responding maintained by interval schedules of reinforcement. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 5(2), 175–184.  
<https://doi.org/10.1901/jeab.1962.5-175>

- Catania, C (1963a). *Concurrent Operants*. In W. K. Honig (Ed) *Operant Behavior: Research and Applications*.
- Catania, C. (1963b) Concurrent performances: a baseline for the study of reinforcement magnitude. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 6(2), 299–300. <https://doi.org/10.1901/jeab.1963.6-299>
- Catania, C. (1963c) Concurrent Performances: Reinforcing interaction and response independence. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 6. 299-300.
- Catania, C. (1998). *Learning*. Prentice Hall.
- Catania, C. & Cutts, D. (1963) Experimental control of superstitious responding inhumans. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 6(2), 203–208. <https://doi.org/10.1901/jeab.1963.6-203>
- Catania, A. C., & Reynolds, G. S. (1968). A quantitative analysis of the responding maintained by interval schedules of reinforcement. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 11(3), 327–383. <https://doi.org/10.1901/jeab.1968.11-s327>
- Catania, C., Matthews, B., & Shimoff, E. (1982). Instructed versus shaped human verbal behavior: Interactions with nonverbal responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 38(3), 233-248. <https://doi.org/10.1901/jeab.1982.38-233>
- Catania, C., Shimoff, E., & Matthews, B. (1989). An experimental analysis of rule-governed behavior. In S. C. Hayes (Ed.), *Rule-governed behavior: Cognition, contingencies, and instructional control* (pp. 119-150). Plenum Press.
- Cerutti, D. (1989) Discrimination theory of rule-governed behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 51(1), 259-276. <https://doi.org/10.1901/jeab.1989.51-259>
- Cheverud, J. (2001) A simple correction for multiple comparisons in interval mapping genome scans. *Heredity* 87, 52–58. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2540.2001.00901.x>

- Chung S. H. (1965). Effects of delayed reinforcement in a concurrent situation. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 8(6), 439–444. <https://doi.org/10.1901/jeab.1965.8-439>.
- Chung, S. H., & Herrnstein, R. J. (1967). Choice and delay of reinforcement. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 10(1), 67–74. <https://doi.org/10.1901/jeab.1967.10-67>.
- Crespi, L. (1942). Quantitative Variation of Incentive and Performance in the White Rat. *The American Journal of Psychology*, 55(4), 467-517. doi:10.2307/1417120
- Conger, R., & Killeen, P. (1974). Use of concurrent operants in small group research: A demonstration. *Pacific Sociological Review*, 17(4), 399-416. <https://doi.org/10.2307/1388548>
- Cowie, S. & Davison, M. (2016) Control by reinforcer across time and space: a review of recent choice research. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 105. 2 246-269. <https://doi.org/10.1002/jeab.200>
- Dallery, J., & Soto, P. L. (2013). *Quantitative description of environment–behavior relations*. In G. J. Madden (Ed.), *APA handbook of behavior analysis, Vol. 1: Methods and principles*, (pp. 219-249). American Psychological Association.
- Davison, M. C., & Hunter, I. W. (1979). Concurrent schedules: undermatching and control by previous experimental conditions. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 32(2), 233–244. <https://doi.org/10.1901/jeab.1979.32-233>
- Davison, M., & Hogsden, I. (1984). Concurrent variable-interval schedule performance: Fixed versus mixed reinforcer durations. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 41(2), 169–182. <https://doi.org/10.1901/jeab.1984.41-169>
- Davison, M., & Jenkins, P. E. (1985). Stimulus discriminability, contingency discriminability, and schedule performance. *Animal Learning & Behavior*, 13, 77–84 (1985). <https://doi.org/10.3758/BF03213368>
- Davison, M. & McCarthy, D. (1988) *The matching law: A research review*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

- Davison, M., & Baum, W. M. (2000). Choice in a variable environment: Every reinforcer counts. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 74(1), 1–24. <https://doi.org/10.1901/jeab.2000.74-1>
- Davison, M., & Baum, W. M. (2002). Choice in a variable environment: Effects of blackout duration and extinction between components. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 77(1), 65–89. <https://doi.org/10.1901/jeab.2002.77-65>
- Davison, M., & Baum, W. M. (2003). Every reinforcer counts: Reinforcer magnitude and local preference. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 80(1), 95–129. <https://doi.org/10.1901/jeab.2003.80-95>
- Davison, M., & Baum, W. M. (2006). Do conditional reinforcers count?. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 86(3), 269–283. <https://doi.org/10.1901/jeab.2006.56-05>
- Davison, M., & Baum, W. M. (2007). Local effects of delayed food. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 87(2), 241–260. <https://doi.org/10.1901/jeab.2007.13-06>
- Derenne, A. & Baron, A. (1999) Human Sensitivity to Reinforcement: A comment on Kollins, Newland and Critchfield's (1997) Quantitative Literature Review. *The Behavior Analyst*, 22(1), 35-41. <https://doi.org/10.1007/BF03391976>
- Efron, B., & Tibshirani, R. (1993). *An introduction to the bootstrap*. Chapman and Hall:
- Elliffe, D., & Alsop, B. (1996). Concurrent choice: Effects of overall reinforcer rate and the temporal distribution of reinforcers. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 65(2), 445–463. <https://doi.org/10.1901/jeab.1996.65-445>
- Fantino, E., Preston, R. & Dunn, R. (1993) Delay reduction: current status. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 60. 159-169 doi: 10.1901/jeab.1993.60-159
- Feller, W. (1971) *Introduction to Probability Theory and Its Applications*, Vol II. Wiley.
- Fester, C. (1957) Concurrent schedules of reinforcement in the chimpanzee. *Science*, 125-1090-1091

- Fester, C. & Skinner, B. (1957) *Schedules of Reinforcement*. Appleton Century Crofts.
- Findley, J. D. (1958). Preference and switching under concurrent scheduling. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1(2), 123-144. <https://doi.org/10.1901/jeab.1958.1-123>
- Fleshler, M. & Hoffman, H. (1962) A progression for generating variable interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 5(4), 529-530. <https://doi.org/10.1901/jeab.1962.5-529>
- Galizio M. (1979). Contingency-shaped and rule-governed behavior: instructional control of human loss avoidance. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 31(1), 53–70. <https://doi.org/10.1901/jeab.1979.31-53>
- Galizio, M., and Buskist, W. (1988). Laboratory lore and research practices in the experimental analysis of human behavior: Selecting reinforcers and arranging contingencies. *The Behavior Analyst*, 11(1), 65–69. <https://doi.org/10.1007/BF03392457>.
- Grace, R. & Hucks, A. (2013). The allocation of operant behavior. In K. A. Lattal, T. D. Hackenberg, & G. J. Madden (Eds.). *APA handbook of behavior analysis*. (pp. 307-337). American Psychological Association.
- Gomes-Ng, S., Elliffe, D. and Cowie, S. (2017), How do reinforcers affect choice? Preference pulses after responses and reinforcers. *Journal of the Experimental Analysis Behavior*.108. 17-38. doi:10.1002/jeab.260
- Hautus, M. J. (1995). Corrections for extreme proportion and their biasing effects on estimated values of  $d'$ . *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 27, 46-51. <https://doi.org/10.3758/BF03203619>
- Hayes, S. C., Brownstein, A. J., Zettle, R. D., Rosenfarb, I., & Korn, Z. (1986). Rule-governed behavior and sensitivity to changing consequences of responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 45(3), 237-256. <https://doi.org/10.1901/jeab.1986.45-237>

- Hayes, S., Zettle, R., & Rosenfarb, I. (1989). Rule-following. In S. C. Hayes (Ed.). *Rule-governed behavior: Cognition, contingencies and instructional control* (pp. 191-220). Plenum.
- Hayes, S. (1989). *Rule-governed behavior: Cognition, contingencies, and instructional control*. Plenum.
- Hayes, S. (1993) Why environmentally based analyses are necessary in behavior analysis. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 60(2), 461-463.  
<https://doi.org/10.1901/jeab.1993.60-461>
- Herrnstein, R. J. (1958) Some factors influencing behavior in a two-response situation. *The New York Academy of Sciences*. 21, 35-45.
- Herrnstein, R. (1961) Relative and absolute strength of response as a function of frequency of reinforcement. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 4(3), 267–272.  
<https://doi.org/10.1901/jeab.1961.4-267>
- Herrnstein, R. J. (1970). On the law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 13(2), 243-66. <https://doi.org/10.1901/jeab.1970.13-243>
- Herrnstein R. J. (1974). Formal properties of the matching law. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 21(1), 159–164. <https://doi.org/10.1901/jeab.1974.21-159>
- Heyman G. M. (1979). A Markov model description of changeover probabilities on concurrent variable-interval schedules. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 31(1), 41–51. <https://doi.org/10.1901/jeab.1979.31-41>
- Hilgard, M. & Bower, G. (1966). *Theories of learning*. Appleton Century Crofts
- Hilgard, E. & Marquis, D (1961) *Conditioning and Learning*. Appleton Century Crofts
- Hineline, P. (2003). *When we speak of intention*. In Lattal, K.A., & Chase, P.N. (Eds.). *Behavior Theory and Philosophy* (pp. 203-221). Kluwer Academic/Plenum
- Horne, P. J., & Lowe, C. F. (1993). Determinants of human performance on concurrent schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, 59(1), 29-60.  
<https://doi.org/10.1901/jeab.1993.59-29>

- Holland, J. G. (1958) Human vigilance. *Science*, 128, 61-67.  
<https://doi.org/10.1126/science.128.3315.61>
- Hollander, M. & Wolfe, D. A. (1999). *Nonparametric Statistical Methods*. John Wiley & Sons.
- Hollard, V., & Davison, M. C. (1971). Preference for qualitatively different reinforcers. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 16(3), 375–380
- Hunter, I., & Davison, M. (1985). Determination of a behavioral transfer function: White-noise analysis of session-to-session response-ratio dynamics on concurrent VI VI schedules. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 43(1), 43–59.  
<https://doi.org/10.1901/jeab.1985.43-43>
- Hull, C. (1943) *Principles of Behavior*. Appleton Century Crofts.
- Hyten, C., & Reilly, M. P. (1992). The renaissance of the experimental analysis of human behavior. *The Behavior analyst*, 15(2), 109–114.  
<https://doi.org/10.1007/BF03392593>
- Jenkins, W. O., & Clayton, F. L. (1949). Rate of responding and amount of reinforcement. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 42(3), 174–181.  
<https://doi.org/10.1037/h0055036>
- Johnston, J. & Pennypacker, H. (2009). *Strategies and Tactics of Behavioral Research*. Routledge.
- Kampstra, P. (2008) Beanplot: A Boxplot Alternative for Visual Comparison of Distributions. *Journal of Statistical Software, Code Snippets*, 28(1), 1-9.  
<http://www.jstatsoft.org/v28/c01/>
- Keeseey, R. & Kling, J. (1961). Amount of reinforcement and free-operant responding. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 4(2), 125–132.  
<https://doi.org/10.1901/jeab.1961.4-125>
- Kerlinger, F. y Lee, H. (2002) *Investigación del comportamiento: Métodos de investigación en ciencias sociales*. Mc Graw Hill.

- Kuhn, T. S. (1970). *The structure of scientific revolutions*. University of Chicago Press.
- Killeen P. (1972). The matching law. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 17(3), 489–495. <https://doi.org/10.1901/jeab.1972.17-489>
- Kollins, S., Newland, C. & Critchfield, T. (1997) Human sensitivity to reinforcement in operant choice: How much do consequences matter? *Psychonomic Bulletin & Review*, 4(2), 208-220. <http://dx.doi.org/10.3758/BF03210806>
- Krägeloh, C. & Davison, M. (2003). Concurrent-schedule performance in transition: changeover delays and signaled reinforcer ratios. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 79(1), 87-109. <https://doi.org/10.1901/jeab.2003.79-87>
- Krägeloh, C. U., Zapanta, A. E., Shepherd, D., & Landon, J. (2010). Human choice behaviour in a frequently changing environment. *Behavioural Processes*, 83(1), 119-126. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2009.11.005>
- Landon, J., & Davison, M. (2001). Reinforcer-ratio variation and its effects on rate of adaptation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 75(2), 207–234. <https://doi.org/10.1901/jeab.2001.75-207>
- Landon, J., Davison, M., & Elliffe, D. (2003). Concurrent schedules: Reinforcer magnitude effects. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 79(3), 351–365. <https://doi.org/10.1901/jeab.2003.79-351>
- Lattal, K. A., & Laipple, J. (2004). *Pragmatism and behavior analysis*. In K.A. Lattal & P.N. Chase (Eds.), *Behavior theory and philosophy* (pp. 41-61). Kluwer/Plenum
- Lattal, A. & Perone M. (1998). *The Experimental Analysis of Human Operant Behavior*. In: Lattal K.A., Perone M. (Eds.) *Handbook of Research Methods in Human Operant Behavior. Applied Clinical Psychology*. Springer.
- Lehmann, C. (2001). *Geometría Analítica*. Noriega Editores.
- Lie, C., Harper, D. N., & Hunt, M. (2009). Human performance on a two-alternative rapid-acquisition choice task. *Behavioural Processes*, 81(2), 244-249. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2008.10.008>

- Logan, F. A. (1960) *Incentive*. Yale University Press.
- Logue, A. W., Rodriguez, M. L., Peña-Correal, T. E., & Mauro, B. C. (1984). Choice in a self-control paradigm: Quantification of experience-based differences. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 41(1), 53–67. <https://doi.org/10.1901/jeab.1984.41-53>
- Mach, E. (2013). Preface to the First Edition. In T. McCormack (Trans.), *The Science of Mechanics: A Critical and Historical Exposition of its Principles* (Cambridge Library Collection - Physical Sciences, pp. Vii-X). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781107338401.003
- Mace, F. C., & Critchfield, T. S. (2010). Translational research in behavior analysis: historical traditions and imperative for the future. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 93(3), 293–312. <https://doi.org/10.1901/jeab.2010.93-293>
- MacCorquodale, K. & Meehl, P. (1948). On a distinction between hypothetical constructs and intervening variables. *Psychological review*, 55(2), 95–107. <https://doi.org/10.1037/h0056029>
- Madden, G., Chase, P. & Joyce, J. (1998) Making sense of sensitivity in the human operant literature. *The Behavior Analyst*, 21(1), 1-12. <https://doi.org/10.1007/bf03392775>
- Madden, G. J., & Perone, M. (1999). Human sensitivity to concurrent schedules of reinforcement: Effects of observing schedule-correlated stimuli. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 71(3), 303-318. <https://doi.org/10.1901/jeab.1999.71-303>
- Matthews, B. Shimoff, E., Catania, C., & Sagvolden, T. (1977). Uninstructed human responding: sensitivity to ratio and interval contingencies. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 27, 453–467.
- Mazur, J. & Ratti, T. (1991). Choice behavior in transition: Development of preference in a free-operant procedure. *Animal Learning & Behavior* 19, 241–248- <https://doi.org/10.3758/BF03197882>

- Mazur, J. (1992). Choice behavior in transition: Development of preference with ratio and interval schedules. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 18, 364–378.
- Michael, J (1984) *Behavior Analysis: A radical perspective*, In B. L. Hammonds (Ed) Master lecture series vol. 4: Psychology of Learning. Washington, D. C. American Psychological Association.
- Michael, J. (1985) Behavioral analysis: A radical perspective. Hammonds, Barbara L. (Ed). (1985). Psychology and learning., (pp. 95-121). American Psychological Association.
- McDowell J. J. (1988). Matching theory in natural human environments. *The Behavior analyst*, 11(2), 95–109. <https://doi.org/10.1007/BF03392462>
- McDowell, J. (1989). Two modern developments in matching theory. *The Behavior Analyst*, 12(2), 153-166. <https://doi.org/10.1007/bf03392492>
- McDowell, J. (2005). On the classic and modern theories of matching. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 84,111–127. doi:10.1901/jeab.2005.59-04
- Miller, J. T., Saunders, S. S., & Bourland, G. (1980). The role of stimulus disparity in concurrently available reinforcement schedules. *Animal Learning & Behavior*, 8(4), 635–641. <http://dx.doi.org/10.3758/BF03197780>
- Moore, J. (1981). On mentalism, methodological behaviorism, and radical behaviorism. *Behaviorism*, 9(1), 55–77.
- Moore J. (1985). Some historical and conceptual relations among logical positivism, operationism, and behaviorism. *The Behavior analyst*, 8(1), 53–63. <https://doi.org/10.1007/BF03391912>
- Moore J. (2010). Some effects of procedural variables on operant choice behavior. *Behavioural processes*, 84(1), 372–380. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2010.02.004>

- Motulsky, H. & Christopoulos, A. (2004) *Fitting Linear models to biological data using linear and non-linear regression: A practical guide to curve fitting*. Oxford University Press
- Myerson, J., & Hale, S. (1984). Practical implications of the matching law. *Journal of applied behavior analysis*, 17(3), 367–380. <https://doi.org/10.1901/jaba.1984.17-367>
- Myers, D. L., & Myers, L. E. (1977). Undermatching: A reappraisal of performance on concurrent variable-interval schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 27(1), 203-214. <https://doi.org/10.1901/jeab.1977.27-203>
- Navarick, D., Bernstein, D. J., & Fantino, E. (1990). The experimental analysis of human behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 54(3), 159-162. <https://doi.org/10.1901/jeab.1990.54-159>
- Navarick, D., & Chellsen, J. (1983). Matching versus undermatching in the choice behavior of humans. *Behaviour Analysis Letters*, 3(6), 325–335. <https://psycnet.apa.org/record/1984-30571-001>
- Neuringer A. J. (1969). Delayed reinforcement versus reinforcement after a fixed interval. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 12(3), 375–383. <https://doi.org/10.1901/jeab.1969.12-375>
- Navarick, D., Bernstein, D. J., & Fantino, E. (1990). The experimental analysis of human behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 54, 159-162.
- Navarick, D., & Chellsen, J. (1983). Matching versus undermatching in the choice behavior of humans. *Behaviour Analysis Letters*, 3, 325-335. Recuperado de <https://psycnet.apa.org/record/1984-30571-001>
- Overskeid G. (2018). Do We Need the Environment to Explain Operant Behavior?. *Frontiers in psychology*, 9, 373. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00373>

- Perone, M. (1991). Experimental design in the analysis of free-operant Behavior (pp. 135-148). In I. H. Iversen & K. A. Lattal (Eds.), *Experimental analysis of behavior, Part 1* (pp. 135-171). Elsevier.
- Perone, M. & Hursh, D. (2013). *Single-case experimental designs*. In G. J. Madden (Ed.), *APA handbook of behavior analysis, Vol. 1: Methods and principles*, (pp. 107-126). Washington, DC, US: American Psychological Association.
- Pierce, W. D., & Epling, W. F. (1983). Choice, matching, and human behavior: A review of the literature. *The Behavior analyst*, 6(1), 57–76.  
<https://doi.org/10.1007/BF03391874>
- Rachlin H. (1971). On the tautology of the matching law. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 15(2), 249–251. <https://doi.org/10.1901/jeab.1971.15-249>
- Rachlin, H. (1992). Teleological behaviorism. *American Psychologist*, 47(11), 1371–1382.  
<https://doi.org/10.1037/0003-066X.47.11.1371>
- Rosenfarb, I., Newland, M., Brannon, S., & Howey, D. (1992). Effects of self-generated rules on the development of schedule-controlled behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 58(1), 107–121. doi: 10.1901/jeab.1992.58-107
- Reynolds, G. S. (1975). *A primer of operant conditioning*. Scott, Foresman.
- Ruddle, H., Bradshaw, C. M., Szabadi, E. & Bevan, P. (1979). Behaviour of humans in concurrent schedules programmed on spatially separated operanda. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 31(3), 509-517.  
<https://doi.org/10.1080/14640747908400742>
- Ryle, G. (1949). *The Concept of Mind*. Hutchinson.
- Schmitt, D. (1974). Effects of reinforcement rate and reinforcer magnitude on choice behavior of humans. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 21(3), 409–419. <https://doi.org/10.1901/jeab.1974.21-409>

- Schroeder, S. R., & Holland, J. G. (1969). Reinforcement of eye movement with concurrent schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12(6), 897–903.  
<https://doi.org/10.1901/jeab.1969.12-897>
- Schofield, G., & Davison, M. (1997). Nonstable concurrent choice in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 68(2), 219–232.  
<https://doi.org/10.1901/jeab.1997.68-219>
- Shimoff, E., Matthews, B., & Catania, C. (1986). Human operant performance: Sensitivity and pseudosensitivity to contingencies. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 46(2), 149–157. <https://doi.org/10.1901/jeab.1986.46-149>
- Shimoff, E. & Catania, C. (1998). *The Verbal Governance of Behavior*. In: Lattal K.A., Perone M. (Eds) *Handbook of Research Methods in Human Operant Behavior*. Applied Clinical Psychology. Springer.
- Shimp, C. (1969) The concurrent reinforcement of two interresponse times: The relative frequency of an interresponse time equals its relative harmonic length. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12. 403- 411
- Shull, R. (1991) Mathematical description of operant behavior: An introduction. In I. H. Iversen & K. A. Lattal (Eds.) *Experimental Analysis of Behavior*. Vol. 2. (pp. 242 - 282). Elsevier.
- Shull, R. L., & Pliskoff, S. S. (1967). Changeover delay and concurrent schedules: some effects on relative performance measures. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 10(6), 517–527. <https://doi.org/10.1901/jeab.1967.10-517>
- Shull R. & Lawrence P. (1998) Reinforcement. In: Lattal K.A., Perone M. (Eds) *Handbook of Research Methods in Human Operant Behavior*. Applied Clinical Psychology. Springer.
- Shull, R. L., Gaynor, S. T., & Grimes, J. A. (2001). Response rate viewed as engagement bouts: effects of relative reinforcement and schedule type. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 75(3), 247–274. <https://doi.org/10.1901/jeab.2001.75-247>
- Sidman, M. (1960) *Tactics of scientific research*. Basic Books.

- Siegel, S. (1956) *Nonparametric Statistics: For the Behavioral Sciences*. McGraw-Hill.
- Siegel, S. (1957) Nonparametric statistics. *The American Statistician*, 11. 3. 13-19
- Skinner, B. F. (1957). *Verbal behavior*. Prentice-Hall.
- Skinner, B. (1961). The generic nature of the concepts of stimulus and response. In *Cumulative record* (Enlarged ed., pp. 347–366). Appleton-Century-Crofts. (Original work published 1935).
- Skinner, B. F. (1969). *Contingencies of reinforcement: a theoretical analysis*. Appleton Century Crofts.
- Skinner, B. (1984). The operational analysis of psychological terms. *Behavioral and Brain Sciences*, 7(4), 547-553. doi:10.1017/S0140525X00027187
- Skinner, B. (1984b). An operant analysis of problem solving. *Behavioral and Brain Sciences*, 7(4), 583-591. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00027412>
- Skinner, B. F. (1935). The generic nature of the concepts of stimulus and response. *Journal of General Psychology*, 12, 40–65. <https://doi.org/10.1080/00221309.1935.9920087>
- Skinner, B. F. (1937) Two types of conditioned reflex: a reply to Kornoski and Miller. *The Journal of General Psychology*. 12. 40-65. <https://doi.org/10.1080/00221309.1937.9917951>
- Skinner, B. F. (1938). *The Behavior of Organisms*. Appleton Century Crofts.
- Skinner, B. (1950) Are theories of learning necessary? *Psychological Review*. 57, 193-216.
- Skinner, B. F. (1956). A case history in scientific method. *American Psychologist*, 11(5), 221–233. <https://doi.org/10.1037/h0047662>.
- Skinner, B. (1953) *Science and human behavior*. Macmillan
- Skinner B. F. (1966). What is the experimental analysis of behavior?. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 9(3), 213–218. <https://doi.org/10.1901/jeab.1966.9-213>
- Skinner, B. (1966b) The phylogeny and ontogeny of behavior. *Science*. 153, 1205-1213.

- Skinner, B. F. (1974). *About behaviorism*. Knopf
- Skinner B. F. (1984). The evolution of behavior. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 41(2), 217–221. <https://doi.org/10.1901/jeab.1984.41-217>
- Skinner, B. F. (1990) *The behavior of the organisms*. Appleton-Century-Crofts.
- Schneider J. W. (1973). Reinforcer effectiveness as a function of reinforcer rate and magnitude: a comparison of concurrent performances. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 20(3), 461–471. <https://doi.org/10.1901/jeab.1973.20-461>
- Smith, L. (1986). Behaviorism and logical positivism. Stanford, CA: Stanford University Press (Chapter 9: B. F. Skinner's psychology of science, pp. 258-297).
- Smith, L. (1992). B. F. Skinner and the technological ideal of science. *American Psychologist*, 47, 216-223.
- Staddon, J. E. R. (1968). Spaced responding and choice: A preliminary analysis. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11, 669–682. doi:10.1901/jeab.1968.11-
- Staddon, J. E. R. (1972). Temporal control and the theory of reinforcement schedules. In R. M. Gilbert & J. R. Millenson (Eds.), *Reinforcement: Behavioral analyses* (pp. 209–262). New York, NY: Academic Press. On the Theoretical and Empirical Status of the Matching Law and Matching Theory.
- Stevens, S. S. (1957). On the psychophysical law. *Psychological Review*, 64(3), 153–181. <https://doi.org/10.1037/h0046162>
- Stubbs, D. A., & Pliskoff, S. S. (1969). Concurrent responding with fixed relative rate of reinforcement. *Journal of the experimental analysis of behavior*, 12(6), 887–895. <https://doi.org/10.1901/jeab.1969.12-887>
- Takahashi, M., & Iwamoto, T. (1986). Human concurrent performances: The effects of experience, instructions, and schedule-correlated stimuli. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 45(3), 257-267. <https://doi.org/10.1901/jeab.1986.45-257>

- Takashi, M. & Shimakura, T. (1998). The effects of instructions on human matching. *The Psychological Record*, 48(1), 171–181. <https://opensiuc.lib.siu.edu/tpr/vol48/iss1/10>
- Thorndike, E. (1898) Animal intelligence: an experimental study of the associative processes in animals. Psychological Monographs
- Todorov, J. C. (1973). Interaction of frequency and magnitude of reinforcement on concurrent performances. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 19. 451–458
- Tukey, J. (1977). *Exploratory data analysis*. Addison-Wesley.
- de Villiers, P. A. (1977). Choice in concurrent schedules and a quantitative formulation of the law of effect. In W. K. Honig & J. E. R. Staddon (Eds.), *Handbook of operant behavior*. (pp. 233-287). Prentice-Hall.
- Wearden, J. & Burgess, I. (1982). Matching since Baum. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 38(3), 339–348. <https://doi.org/10.1901/jeab.1982.38-339>
- Wilcox R. (2017). *Introduction to Robust Estimation & Hypothesis Testing*. 4th edition. Elsevier.
- Zuriff, G. E. (1985). *Behaviorism: A conceptual reconstruction*. Columbia University Press.