



# ACTA DE INVESTIGACIÓN PSICOLÓGICA

PSYCHOLOGICAL RESEARCH RECORDS

**Volumen 1, Número 1, Abril 2011.**

**ISSN versión impresa en trámite  
ISSN versión electrónica en trámite**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA**

## Versión Electrónica

Acta de Investigación Psicológica, Año 1, Vol. 1, No. 1, enero-abril, 2011, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Nacional Autónoma de México a través de la Facultad de Psicología, Av. Universidad 3004, Col. Copilco–Universidad, Del. Coyoacán, CP. 04510, México, D.F., Tel/Fax. (55)56222305 y (55)56222326, <http://www.psicologia.unam.mx/pagina/es/155/acta-de-investigacion-psicologica>, actapsicologicaunam@gmail.com, Editor Responsable: Dr. Rolando Díaz Loving, Reserva de derechos al uso exclusivo N° 04-2011-040411025500-203, ISSN en trámite, Responsable de la última actualización de este número: Unidad de Planeación, Facultad de Psicología, Lic. Augusto A. García Rubio Granados, Av. Universidad 3004, Col. Copilco–Universidad, Del. Coyoacán, C.P. 04510, México, D.F., Fecha de última modificación: 30, 04, 2011.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos e imágenes aquí publicados siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación.

## Acta de Investigación Psicológica

### **Editor General - Chief Editor**

Rolando Díaz Loving  
Universidad Nacional Autónoma de México

Felix Neto  
Universidade do Porto

### **Editor Ejecutivo- Executive Editor**

Sofía Rivera Aragón  
Universidad Nacional Autónoma de México

Harry Triandis  
University of Illinois at Champaign

Heidemarie Keller  
University of Osnabruck

### **Editor Asociado- Associate Editor**

Nancy Montero Santamaria  
Universidad Nacional Autónoma de México

Isabel Reyes Lagunes  
Universidad Nacional Autónoma de México

### **Consejo Editorial - Editorial Board**

Alfredo Ardila  
Florida International University

Javier Nieto Gutiérrez  
Universidad Nacional Autónoma de México

Aroldo Rodrigues  
California State University

John Adair  
University of Manitoba

Brian Wilcox  
University of Nebraska

John Berry  
Queen's University

Carlos Bruner Iturbide  
Universidad Nacional Autónoma de México

José Luis Saiz Vidallet  
Universidad de la Frontera

Charles Spilberger  
University of South Florida

José María Peiró  
Universidad de Valencia

David Schmitt  
Bradley University

Klaus Boehnke  
Jacobs University

Emilia Lucio Gómez-Maqueo  
Universidad Nacional Autónoma de México

Laura Acuña Morales  
Universidad Nacional Autónoma de México

Emilio Ribes Iñesta  
Universidad Veracruzana

Laura Hernández Guzmán  
Universidad Nacional Autónoma de México

Feggy Ostrosky  
Universidad Nacional Autónoma de México

Lucy Reidl Martínez  
Universidad Nacional Autónoma de México

## Acta de Investigación Psicológica

María Cristina Richaud de Minzi  
Consejo Nacional de Investigaciones  
Científicas y Técnicas

María Elena Medina-Mora Icaza  
Instituto Nacional de Psiquiatría

Michael Domjan  
University of Texas at Austin

Mirta Flores Galaz  
Universidad Autónoma de Yucatán

Peter B. Smith  
University of Sussex

Reynaldo Alarcón  
Universidad Ricardo Palma

Ronald Cox  
Oklahoma State University

Roque Méndez  
Texas State University

Rozzana Sánchez Aragón  
Universidad Nacional Autónoma de  
México

Ruben Ardila  
Universidad Nacional de Colombia

Ruth Nina Estrella  
Universidad de Puerto Rico

Sandra Castañeda  
Universidad Nacional Autónoma de  
México

Scott Stanley  
University of Denver

Silvia Koller  
Universidad Federal de Rio Grande do  
Sul

Steve López  
University of South California

Víctor Manuel Alcaraz Romero  
Universidad Veracruzana

William Swann  
University of Texas at Austin

Ype H. Poortinga  
Tilburg University

© UNAM Facultad de Psicología, 2011

### **Dirección - Address**

Av. Universidad 3004, Facultad de  
Psicología UNAM, Cubículo "D" Edificio  
"E" Piso 1. 04510, México, D.F.

### **Correo electrónico - e-mail**

actapsicológicaunam@gmail.com

Índice

Abril 2011  
Volumen 1  
Número 1

Editorial / Editorial

Prólogo / Preface

**David P. Jarmolowicz & Kennon A. Lattal..... 1**

Reinforcer Efficacy, Response Persistence, and Delay of Reinforcement

Eficacia del Reforzador, Persistencia de la Respuesta y Demora de Reforzamiento

**Yectivani Juárez, Gabriela González-Martín, Rodolfo Bernal-Gamboa, Rodrigo Carranza, Javier Nieto, Alfredo Meneses & Livia Sánchez-Carrasco ..... 14**

Effects of Scopolamine on Conditioning of Lever Pressing

Efectos de la Escopolamina en el Condicionamiento de Presiones a la Palanca

**R. Douglas Greer, Alison Corwin & Susan Buttigieg..... 23**

The Effects of the Verbal Developmental Capability of Naming on How Children Can Be Taught

Los Efectos del Desarrollo de la Capacidad Verbal de Nombrar sobre Cómo Puede Enseñarse a los Niños

**Carol Pilgrim, Rebecca Click & Mark Galizio ..... 55**

A Developmental Analysis of Children's Equivalence-class Formation and Disruption

Un Análisis del Desarrollo de la Formación de Equivalencia de Clases y de su Disrupción por Niños

**Carlos Santoyo V. & Ligia Colmenares V..... 77**

Equidad en Intercambios de Esfuerzo y Ganancias: Efectos de la Información

Equity in Effort and Profits Interchanges: Effects of Information

**Giselle Kamenetzky, Lucas Cuenya & Alba Elisabeth Mustaca ..... 92**

Correlación entre Miedo Incondicionado y la Primera Reacción a la Disminución y Extinción de un Reforzador Apetitivo

Correlation between Unconditional Fear and the First Reaction to the Decline and Extinction of an Appetitive Reinforcer

**Gustavo Bachá Méndez & Ixel Alonso Orozco ..... 108**

Reforzamiento Concurrente de Secuencias de Respuestas

Concurrent Reinforcement of Response Sequences

# Acta de Investigación Psicológica

## Índice

Abril 2011  
Volumen 1  
Número 1

<b>Emilio Ribes Iñesta.....</b>	<b>121</b>
Algunas Observaciones sobre el “Control del Estímulo” Some Observations about “Stimulus Control”	
<b>Maryed Rojas, Diana Pérez, Arturo Clavijo, Oscar García-Leal &amp; Germán Gutiérrez.....</b>	<b>132</b>
Efectos de la Dispersión de Alimento sobre la Elección y los Patrones de Exploración Effects of Food Dispersion on Choice and Exploration Patterns	
<b>Felipe Díaz, Karina Franco, Antonio López-Espinoza, Alma G. Martínez &amp; Karen García .....</b>	<b>149</b>
Privación de Alimento y Conducta de Atracón en Ratas Food-deprivation and Bing-eating in Rats	
<b>Oscar Zamora Arévalo &amp; Arturo Bouzas Riaño.....</b>	<b>165</b>
Adquisición y Dinámica de Preferencias en Programas Múltiples de Reforzamiento Acquisition and Preference Dynamic in Multiple Schedules of Reinforcement	
Lineamientos para los autores .....	180
Proceso editorial .....	182
Guidelines for Authors .....	183
Editorial Process.....	185

# Acta de Investigación Psicológica

Página dejada intencionalmente en blanco

## Editorial

La revista Acta de Investigación Psicológica (AIP) es publicada por la División de Investigación y Posgrado de la Facultad de Psicología de la UNAM, se publica tres veces al año (abril, agosto y diciembre), en formato impreso y electrónico. La revista tiene como propósito central divulgar contribuciones originales de investigación empírica firmemente anclada en teoría y metodología rigurosa. Se alienta además la inclusión de artículos que reflejen la naturaleza inter y transdisciplinaria de la Psicología, funcionando como un espacio de comunicación e intercambio de conocimiento especializado. Cabe señalar que los artículos publicados en esta revista representan los datos e interpretaciones de sus autores y no reflejan la opinión de sus editores. La responsabilidad por la exactitud de los contenidos del manuscrito, incluyendo análisis estadísticos y citas, recae completamente en los autores.

La tarea que hoy hemos emprendido con esta revista científica, se apoya en un gran equipo el cual se han comprometido de manera generosa para compartir su capacidad y experiencia en este nuevo proyecto. Los editores asociados y ejecutivos reconocen el nivel de excelencia de las personas y la invaluable labor que desempeña el consejo editorial. De esta forma iniciamos una nueva Revista con un alto compromiso científico, en el cual se publiquen trabajos de investigación original con una revisión rigurosa y por pares.

Dr. Rolando Díaz Loving

Editor



## **Editorial**

Psychological Research Records is published three times a year (April, August and December) in a paper and in an electronic version by the Division of Research and Graduate Studies of the Faculty of Psychology at the National Autonomous University of Mexico. The journal's primary goal is to reveal original empirical research with solid theoretical and methodological foundations. As an additional purpose, it looks to publish articles that reflect a trans-disciplinary approach to psychological phenomena, creating room for communication and exchange of specialized knowledge. It should be stated that published articles represent the data and views of their authors, not of the editors. Accuracy in data, statistical analysis, interpretation and references are the responsibility of the authors.

The task we have embarked with this scientific publication is only possible due to the generous commitment of a group of capable and experienced collaborators. I wish to recognize the associate and executive editors for their work, as well as the moral and scientific quality of the editorial board and the objectivity and fairness of their evaluation work. We start a new journal with superb scientific commitment which is set on publishing original research which is revised with rigorous standards by its peers.

Dr. Rolando Díaz Loving

Editor

## Prólogo

La mayoría de los psicólogos identifican al Análisis Experimental de la Conducta (AEC) como un campo de estudio de la psicología. Esta noción está equivocada porque en realidad es un enfoque a toda la psicología. El AEC se caracteriza por ser un enfoque biológico, experimental y sistemático a nuestra disciplina.

Es biológico porque sus principios provienen del estudio de la conducta, tanto de las personas como de otros animales cercanos en la escala evolutiva. El uso de sujetos humanos o de animales no es una característica distintiva del AEC. Sin embargo, la razón por la que mucha investigación proviene del laboratorio, empleando sujetos animales, obedece solamente a razones de conveniencia. Algunas de estas conciernen a la facilidad para controlar eventos medioambientales y algunas otras conciernen a la imposibilidad ética de someter a sujetos humanos a determinadas condiciones experimentales.

El usar sujetos humanos o animales no significa que el conocimiento obtenido con un tipo de sujeto sea automáticamente aplicable a otro tipo. Una idea errónea sobre el AEC consiste en creer que los hallazgos obtenidos en el laboratorio con animales pueden aplicarse en sujetos humanos y viceversa y que los conocimientos obtenidos con humanos en escenarios naturales, pueden aplicarse a los animales. El AEC siempre ha favorecido la replicación del conocimiento de una especie a otra, pero en el entendido de que es necesario encontrar los parámetros particulares que permiten tender el puente entre diferentes especies y escenarios.

El AEC es distintivamente experimental porque solamente admite conocimiento obtenido al manipular variables independientes y observar su efecto sobre variables dependientes. Por esta razón la simple correlación entre variables no constituye conocimiento aceptable para edificar el conocimiento establecido en AEC. En este sentido puede decirse que el AEC busca relaciones causales entre cambios en el medio ambiente y cambios en la conducta.

La variable dependiente del AEC es algún aspecto de la conducta de los organismos. Dado que la disciplina admite los efectos múltiples de la estimulación, no existe alguna razón para preferir una variable dependiente sobre otra. Sin embargo, por razones históricas, la probabilidad de ocurrencia de algún segmento conductual ha sido una variable dependiente favorita. El que la vasta mayoría de los estudios en AEC se concentren en algún aspecto de la conducta ostensible de los sujetos, no quiere decir que los efectos de alguna variable independiente sobre otros aspectos menos evidentes de la conducta sean ignorados. De hecho, buscar los efectos de alguna variable independiente “debajo de la piel” ha sido una contribución importante del AEC. El mejor ejemplo de este último caso es la colaboración del AEC con la fisiología y particularmente con las neurociencias.

La variable independiente del AEC es algún aspecto del medio ambiente que rodea al sujeto. Observar la conducta del sujeto en ausencia de información sobre su entorno carece de sentido. Por esta razón, el AEC define su enfoque como el estudio de la conducta en relación con el medio ambiente. Dado que el

medio ambiente siempre es físico, las variables independientes de la conducta siempre pueden describirse en el lenguaje de la física. Esta afirmación desde luego incluye la conducta de otros organismos porque se les considera como una clase especial de agentes que median la aplicación de las mismas variables independientes. Como el AEC no admite variables independientes que radiquen fuera del ambiente físico, las causas trascendentales de la conducta (que incluyen a las cognitivas) no forman parte del enfoque. Más bien se consideran como substitutos imaginarios del medio ambiente real.

El AEC es un enfoque sistemático a toda la psicología. Esto significa que intenta relacionar los diferentes hechos experimentales en un cuerpo organizado de conocimiento. El AEC busca relacionar los hechos de la conducta ya sea centrándose en la variable dependiente o en la variable independiente. A la primera de estas estrategias se le conoce como método de contigüidades funcionales y consiste en mostrar que manipulaciones diferentes pueden tener un mismo efecto. A la segunda se le conoce como método de contigüidades cuantitativas y consiste en mostrar que fenómenos aparentemente diferentes ocurren al variar el valor de una misma variable independiente. El efecto neto de sistematizar los diversos hechos psicológicos es reducir un catálogo enorme de hechos aparentemente inconexos a un número relativamente pequeño de principios generales.

Tradicionalmente, el conocimiento psicológico se ha sistematizado conforme al estudio de los diferentes procesos; e.g., instinto y herencia, aprendizaje y memoria, sensación y percepción, motivación y emoción y pensamiento y lenguaje. La razón para agrupar los diferentes hechos de la conducta en dichos procesos ha sido que parecen compartir variables dependientes e independientes similares. Sin embargo, el AEC trata de integrar los fenómenos psicológicos, independientemente de su origen en los procesos tradicionales, a su propio cuerpo de conocimientos. Con este propósito utiliza las estrategias de las contigüidades cualitativas o cuantitativas, mencionadas antes. A esta tarea se le conoce como investigación de puente y goza de considerable aceptación en el AEC contemporáneo.

El AEC nació en Estados Unidos después de la publicación de B. F. Skinner, en 1938 del libro *La Conducta de los Organismos*. Gradualmente fue ganando popularidad y en 1958 se comenzó a publicar *The Journal of the Experimental Analysis of Behavior* (JEAB). Después de 52 años el JEAB sigue publicando los trabajos más importantes de la disciplina. En 1980 se fundó la *Association for Behavior Analysis* (ABA), que congrega a los investigadores más prominentes en AEC. A la fecha ha organizado 36 congresos, que en últimas fechas han reunido a más de 5000 asistentes anualmente. En breve, puede decirse que el AEC goza en la actualidad de considerable popularidad en Estados Unidos y en el resto del mundo.

En México, el AEC contribuyó significativamente a la edificación de una psicología científica en las décadas de los 60's y los 70's, la cual reemplazó a la psicología especulativa existente hasta esas fechas. En 1975 se fundó la *Sociedad Mexicana de Análisis de la Conducta* (SMAC), que a la fecha ha organizado 20 congresos bianuales, con una concurrencia de más de 400 asistentes. En 1975, la SMAC comenzó la publicación de la *Revista Mexicana de*

Análisis de la Conducta (RMAC), la cual ha publicado interrumpidamente tres números anuales hasta la fecha. Con 35 años de antigüedad, la RMAC es la revista psicológica más antigua de México. Como puede verse, el AEC sigue vigente en México y forma una parte importante de la psicología científica mexicana.

El presente número especial de Acta de Investigación Psicológica reúne artículos de algunos de los investigadores más prominentes en AEC en la actualidad. Los trabajos provienen de Estados Unidos, de Colombia, de Argentina y desde luego de México. Con respecto a los autores mexicanos, éstos se encuentran trabajando de diversas universidades del país, en la Universidad de Guadalajara, en la Universidad Veracruzana y la mayoría en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Como puede apreciarse en esta muestra, el AEC se practica en casi todo el mundo y es particularmente activo en América del Norte. En México, los investigadores del AEC se concentran en la UNAM, donde la disciplina hizo su entrada al país.

Los editores de este número especial agradecen las contribuciones de todos los autores de los artículos que lo integran. También desean agradecer especialmente a Diana Alejandra González García su colaboración no sólo como revisor de los trabajos incluidos en este número, sino por su ayuda para compilar y unificar conforme a un mismo formato los trabajos. Se agradece también a Jorge Alberto Ruiz, Varsovia Hernández, Karina Bermúdez, Ana Marina Reyes Sandoval y Luis Arturo Cruz Martínez por haber actuado como revisores de los artículos. Finalmente, a Alicia Roca y a Rogelio Escobar por su ayuda en la edición y revisión de los resúmenes en inglés.

Carlos A. Bruner y Laura Acuña  
Universidad Nacional Autónoma de México

## Preface

Most psychologists consider the Experimental Analysis of Behavior (EAB) as a field of study of psychology. This notion is erroneous because in fact EAB is an approach to the whole of psychology. EAB can be characterized as a biological, experimental and systematic approach to our discipline.

Its is biological because its principles originate from the study of persons as well as other animals close in the evolutionary scale. The use of either, human or animal subjects is not a distinctive characteristic of EAB. However, the reasons for which much investigation originates from the laboratory using animal subjects are those of convenience. Some of these concern the ease with which environmental events can be controlled and some other concern the ethical impossibility of submitting humans to certain experimental conditions.

Using human or animal subjects does not mean that the knowledge obtained with one type of subject can be applied automatically to the other type. An erroneous idea about the EAB consists in the belief that the findings obtained in the laboratory with animals can be applied to humans and that complementarily the findings obtained with humans in their natural setting can be applied to animals. The EAB has always favored the replication of knowledge from one species to the other, but in the understanding that it is necessary to find the particular parameters that allow to bridge the gap between different species and settings.

The EAB is distinctively experimental because it only admits knowledge obtained by manipulating independent variables and observing their effects on dependent variables. For this reason, the simple correlation between variables does not constitute acceptable knowledge to build on to the established knowledge in the AEC. In this sense, it can be said that the EAB searches for causal relations between changes in the environment and changes in behavior.

The dependent variable in the EAB is some aspect of the behavior of organisms. Given that our discipline accepts the multiple effects of stimulation, there is no reason to prefer one dependent variable over another. For historical reasons however, the probability of occurrence of some behavioral segment has been a favorite dependent variable. That the vast majority of studies in the EAB concentrate on some aspect of the ostensible behavior of the subjects does not mean that the effects of some independent variable on other less evident aspects of behavior are ignored. In fact, searching for the effects of some independent variable "under the skin" has been an important contribution of the EAB. The best example of the latter case is the collaboration between the EAB and physiology and particularly the neurosciences.

The independent variable in the EAB is some aspect of the environment that surrounds the subject. Observing the behavior of the subject in the absence of information about its surroundings makes no sense. For this reason, the EAB defines its approach as the study of behavior in relation to the environment. Given that the environment is always physical, the independent variables of behavior can always be described in the language of physics. The latter statement includes the behavior of other organisms as legitimate independent variables because they are seen as a special class of agents that mediate the application of the same independent variables. Since the EAB does not admit independent variables

outside the physical environment, the transcendental causes of behavior (including the cognitive ones) are not part of our approach. The latter are best regarded as imaginary substitutes of the real environment.

The EAB is a systematic approach to the whole of psychology. This means that it attempts to relate the different experimental findings within an organized body of knowledge. The EAB intends to relate the facts of behavior by focusing either on the dependent or the independent variable. The first of these strategies is known as the method of functional contiguities and consists in showing that different manipulations may have the same effect on behavior. The second is known as the method of quantitative contiguities and consists in showing that different phenomena occur when the value of the same independent variable is varied. The net effect of systematizing diverse psychological facts is reducing an enormous catalog of apparently disconnected facts in a relatively small number of general principles.

Traditionally, psychological knowledge has been systematized according to the study of different processes: instinct and heredity, learning and memory, sensation and perception, motivation and emotion and language and thought. The reason for grouping the different facts of behavior into said processes is that these appear to share similar dependent and independent variables. By contrast, the EAB strives to integrate the many psychological phenomena, independently from their origin in the traditional psychological processes within its own body of knowledge. With this aim, the EAB uses both the strategies of qualitative and quantitative contiguities, mentioned before. Another name for such systematization of knowledge is translational research that presently enjoys considerable acceptance in contemporary EAB.

The EAB was born in the United States after the publication of *The Behavior of Organisms* by B.F. Skinner in 1938. Gradually the EAB gained popularity and in 1958 *The Journal of the Experimental Analysis of Behavior* (JEAB) was started. After more than 50 years JEAB continues publishing the most important articles in the discipline. The Association for Behavior Analysis (ABA) was founded in 1980 and its members have included the most prominent researchers in the EAB. To this date, ABA has organized 36 annual conventions. Lately, ABA conventions have been attended by more than 5000 participants. In brief, it can be said that the EAB enjoys considerable prestige in the United States and in the rest of the world.

In Mexico, the EAB contributed significantly to the edification of a scientific psychology in the 1960's and 1970's, that replaced the speculative psychology that existed prior to that time. In 1975 the Mexican Society of Behavior Analysis (MSBA) was founded and to this date has organized 20 biannual conventions, each with more than 400 attendees. In 1975, the MSBA began publishing *The Mexican Journal of Behavior Analysis* (MJBA), that has published uninterruptedly three annual issues until this date. With 35 years of age is the oldest psychological journal in Mexico and plays an important role in the Mexican scientific psychology.

The present special issue of *Psychological Research Records* includes articles by some of the most prominent researchers in contemporary EAB. The articles originated from the United States, Colombia, Argentina and Mexico. Concerning the Mexican authors, they are presently working in different universities across the country: in the University of Guadalajara, the University of

Veracruz and most in the National University of Mexico (UNAM). As can be appreciated from this sample, the EAB is practiced almost everywhere in America but is particularly active in North America. In Mexico, most researchers in the EAB are concentrated in UNAM, where the discipline first entered the country.

The invited editors of this special issue thank all of the authors for their contributing articles. Also wish to express their gratitude to Diana Alejandra Gonzalez Garcia for her work not only reviewing some articles included in the present issue but also for helping in the compilation and unification of the different articles in the same format. The invited editors also wish to express their gratitude to Jorge Alberto Ruiz, Varsovia Hernandez, Karina Bermudez, Ana Marina Reyes Sandoval and Luis Arturo Cruz Martinez for carefully reviewing the different articles. Finally, the editors also thank Alicia Roca and Rogelio Escobar for their help in reviewing and editing the English abstracts.

Carlos A. Bruner and Laura Acuna  
National Autonomous University of Mexico

## **Reinforcer Efficacy, Response Persistence, and Delay of Reinforcement**

David P. Jarmolowicz & Kennon A. Lattal<sup>1</sup>  
West Virginia University

### **Abstract**

In an evaluation of the effects of delayed reinforcement on response persistence, two pigeons were exposed to a series of conditions in which reinforcement that either immediately followed or was delayed from the response that produced it alternated across blocks of sessions. Responding was maintained by a progressive-ratio schedule in which the response requirements incremented for successive reinforcers. The effects of signaled and unsignaled delay values of 1, 5, 10, and 20 s were investigated. In general, responding was more persistent, as measured as the point at which responding ceased for 300 s, with shorter delays, regardless of whether the delays were correlated with a distinct stimulus (that is signaled) or not. The results complement earlier findings showing that reinforcement delays affect reinforcer efficacy or response persistence by showing similar effects using an index of response strength that is independent of response rate. They also extend the general effects of delay of reinforcement to a schedule in which they previously have not been demonstrated.

*Keywords:* Reinforcer efficacy, Response persistence, Progressive-ratio schedule, Signaled delay of reinforcement, Unsignaled delay of reinforcement, Key peck, Pigeons.

## **Eficacia del Reforzador, Persistencia de la Respuesta y Demora de Reforzamiento**

### **Resumen**

En una evaluación de los efectos de la demora de reforzamiento sobre la persistencia de la respuesta, se expuso a dos palomas a una serie de condiciones en las que el reforzamiento, que ya sea siguió inmediatamente a la respuesta o estuvo demorado de la respuesta que lo produjo, alternó a través de bloques de sesiones. La respuesta se mantuvo mediante un programa de razón progresivo en el que los requisitos de respuesta aumentaron para reforzadores sucesivos. Se investigaron los efectos de demoras señaladas y no señaladas de 1, 5, 10 y 20 s.

En general, el responder fue más persistente, medido como el punto en el que cesó durante 300 s, con las demoras cortas, independientemente de si las demoras estuvieron correlacionadas con un estímulo distintivo (es decir demora señalada) o no. Los resultados complementan hallazgos previos que mostraron que las demoras de reforzamiento afectan la eficiencia del reforzador o la persistencia de la respuesta, al mostrar efectos similares utilizando un índice de la fuerza de la respuesta que es independiente de la tasa de respuesta. También extienden la generalidad del efecto de la demora de reforzamiento a programas en los que previamente no se había demostrado.

*Palabras Clave:* Eficacia del reforzador, Persistencia de la respuesta, Programa de razón progresiva, Demora de reforzamiento señalada, Demora de reforzamiento no señalada, Picoteo a una tecla, Palomas.

---

<sup>1</sup> A version of this manuscript was presented at the 34th annual meeting of the Association for Behavior Analysis International in Chicago, IL. David Jarmolowicz is now at the University of Arkansas for Medical Sciences. Please address correspondence to Kennon A. Lattal, Department of Psychology, West Virginia University, 53 Campus Drive, 1124 Life Sciences Building, P.O. Box 6040, Morgantown, WV, 26505.



The efficacy of a reinforcer varies as function of its parameters. Nevin (1974) showed that responding maintained by reinforcers that were larger, more frequent, and more immediate was more persistent in the face of environmental challenges than were reinforcers that were relatively smaller, less frequent, or longer delayed. Using multiple variable-interval (VI) VI schedules with different reinforcement parameters in either component, Nevin (1974) examined three different challenges to responding: extinction (i.e., discontinuation of reinforcement), imposing response-independent food presentations during blackouts between the components, and rendering the reinforcer itself less effective by pre-feeding the pigeons. Cohen, Riley, and Weigle (1993) replicated Nevin's findings when multiple schedules whose components differed in response requirement (fixed-ratio [FR] schedules) or reinforcement rate (fixed- [FI] and variable- interval schedules) maintained responding. Neither prefeeding, extinction, nor imposing response-independent food delivery during single schedules (VI, FI, or FR), however, had systematic effects on behavior as a function of the FR requirement or FI or VI value.

Progressively increasing the response requirement for reinforcement also has been proposed as test of reinforcer efficacy (Hodos, 1961; see Stafford, LeSage, & Glowa, 1998; Stewart, 1975 for reviews). Progressive-ratio (PR) schedules entail systematic increases in the number of responses required to produce successive reinforcer deliveries (see Jarmolowicz & Lattal, 2010 for a review of different progressive contingencies). The response requirement at which responding ceases for a predetermined period, labeled the break point, is the index of reinforcer efficacy. For example, reinforcers of greater magnitude result in higher break points than do their lesser-magnitude counterparts (e.g., Baron, Mikorski & Schlund, 1992; Hodos, 1965; Hodos & Kalman, 1963; Ricard, Bondy, Zhang, Bradshaw, & Szabadi, 2009). Hodos and Kalman, using sweetened condensed milk varying in a range of volumes from .025 to .25 ml in different conditions, and Baron et al. using different concentrations of a milk solution in different conditions, found that break points of rats' lever pressing were higher with reinforcers of greater magnitude. These results are consistent with Nevin's (1974) finding that larger magnitude reinforcement results in greater behavioral persistence than does reinforcement of lesser magnitude. The effects of other reinforcement parameters shown to affect persistence in Nevin's paradigm on PR performance, however, remain uninvestigated.

In the present experiment we therefore examined how another parameter of reinforcement, the delay between the response that produces the reinforcer and its subsequent delivery, affects response persistence under PR schedules. As noted above, Nevin (1974) previously showed that more immediate reinforcers maintained responding that was more persistent than did more delayed reinforcers. The question was whether delay of reinforcement has similar degrading effects on response persistence as measured by PR schedule performance as it has been shown to have when imposed in different components of a multiple schedule. Differential persistence with changing delay duration also would indicate changes in reinforcer efficacy with these durations. Because the presence or absence of a stimulus change during the delay is an important determinant of the effects of the

delay, we compared the effects of signaled (stimulus change during the delay) and unsignaled (no such stimulus change) delays.

## **Method**

### *Subjects*

Two White Carneau pigeons (977 & 723) were maintained at 80% (+/- 2%) of their free-feeding weights by food obtained during experimental sessions and post-session. Water and health grit were available continuously in the home cage, where a 12-hr light: 12-hr dark cycle was maintained. Each pigeon had a history of responding on a variety of reinforcement schedules.

### *Apparatus*

Sound-attenuating operant conditioning chambers (31 cm wide, 30 cm long, and 38 cm high) containing a brushed-aluminum three-key work panel were used. Only the response key located on the midline of the work panel was used. It was 2.5 cm in diameter and its midpoint was located 14 cm above the top rim of the food-access aperture. The key could be transilluminated white. The food access aperture (6 cm wide by 6.5 cm high) was located on the midline of the panel, 8 cm from the floor. The aperture allowed access to mixed grain when a hopper was raised. A 28-V DC clear bulb illuminated the aperture and the response key light was dark during hopper presentations. A ventilation fan, located in the back right corner of the rear wall, and white noise delivered through a speaker, located in the lower left corner of the work panel, masked extraneous noise. Programming and data recording were controlled by a computer in an adjacent room using MED-PC® software and hardware (MED Associates, Inc. & Tatham, 1991).

### *Procedure*

Pretraining, consisting of several sessions of exposure to a variable-ratio 20 schedule, was conducted prior to initiation of the experiment proper. Sessions occurred 6-7 days a week at approximately the same time each day and ended when 300 s lapsed without a key peck. As noted in the introduction, the last ratio completed before this lapse defined the break point. The sequence of conditions and numbers of sessions at each is shown in Table 1. Blocks of baseline and delay-of-reinforcement (delay) sessions alternated. During baseline sessions, responding on PR schedules (PR 7 for 977 and PR 15 for 723) resulted in the immediate delivery of 3-s access to grain. Each baseline condition lasted for at

least 13 days and until breakpoints were stable. Stability required that the mean of the breakpoint during the first and last 3 sessions of a 6-session block not differ from the grand mean of all 6 sessions by more than 5%, without any systematic directional trend in the breakpoints. Delay sessions were similar to baseline sessions, except either blackout-signaled (chamber dark) or unsignaled (no stimulus change; see Sizemore & Lattal, 1978) delays were arranged between the response that satisfied the PR requirement and the delivery of the reinforcer. The signaled and unsignaled delays also may be described as, respectively, chained PR fixed-time (FT) and tandem PR FT schedules. All delays were non-resetting (responses during the delay had no effect) and delay durations increased across conditions from 1-s to 5-s to 10-s to 20-s. The order of delay type (signaled and unsignaled) at each delay duration differed for the two pigeons (see Table 1). Each delay condition was preceded and followed by a return to baseline. Delay durations were increased to the next value only after both signaled and unsignaled delay conditions were conducted at a given delay.

Table 1

*Sequence of conditions; number of sessions and mean reinforcement rate (SR rate) (based on the last six sessions of each delay duration; last six sessions of all baseline conditions combined) during each condition for each pigeon.*

Pigeon	Condition	Sessions	Reinforcers per minute
977	PR	24	0.57
	Tandem PR FT1-s	17	0.31
	PR	17	0.70
	Chained PR FT1-s	15	0.73
	PR	19	1.04
	Tandem PR FT5-s	21	0.83
	PR	18	0.76
	Chained PR FT5-s	20	0.77
	PR	13	0.88
	Tandem PR FT10-s	20	0.64
	PR	13	0.78
	Chained PR FT10-s	13	0.67
	PR	13	0.84
	Tandem PR FT20-s	31	0.49
	PR	17	0.84
	Chained PR FT20-s	14	0.52

(continued)

Table 1  
Sequence of conditions (continued)

Pigeon	Condition	Sessions	Reinforcers per minute
723	PR	23	0.59
	Chained PR FT1-s	15	0.57
	PR	13	0.55
	Tandem PR FT1-s	16	0.54
	PR	19	0.73
	Chained PR FT5-s	23	0.73
	PR	16	0.75
	Tandem PR FT5-s	13	0.77
	PR	19	0.62
	Chained PR FT10-s	23	0.49
	PR	20	0.62
	Tandem PR FT10-s	26	0.51
	PR	28	0.70
	Chained PR FT20-s	25	0.43
	PR	15	0.84
Tandem PR FT20-s	19	0.52	

## Results

Data shown in all figures except Figure 2 are means of the final six sessions of each delay condition and baselines are averages of the final six sessions of each baseline shown in Figure 2. Figure 1 shows mean breakpoints for each condition. The session-by-session data from which they are summarized are shown in Figure 2. With the exception of 1-s unsignaled delays, breakpoints generally were highest in the immediate reinforcement conditions and decreased with increases in delay value. This inverse relation between delay value and breakpoint generally held for both signaled and unsignaled delays. Thus, the presence or absence of the signal did not systematically affect the break point. The data in Table 1 show that rates of reinforcement decreased with increasing delay values, as is inevitable with changes in delay value.

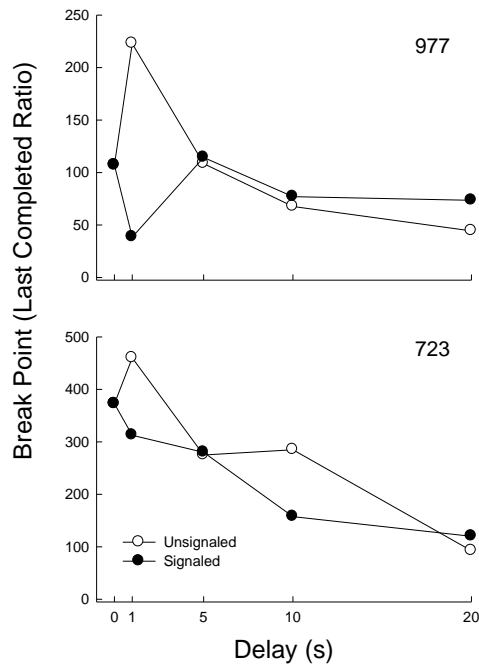


Figure 1. Mean breakpoints at each delay duration during the signaled (closed circles) and unsignaled (open circles) delay conditions. Data are from the final six sessions of each delay condition; data for the baseline condition (0-s delay) are the mean of the final six sessions of each of the baseline conditions.

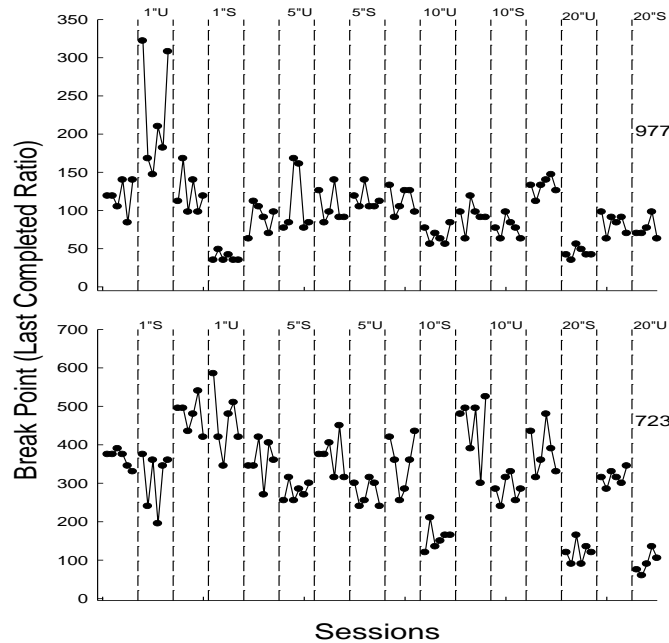
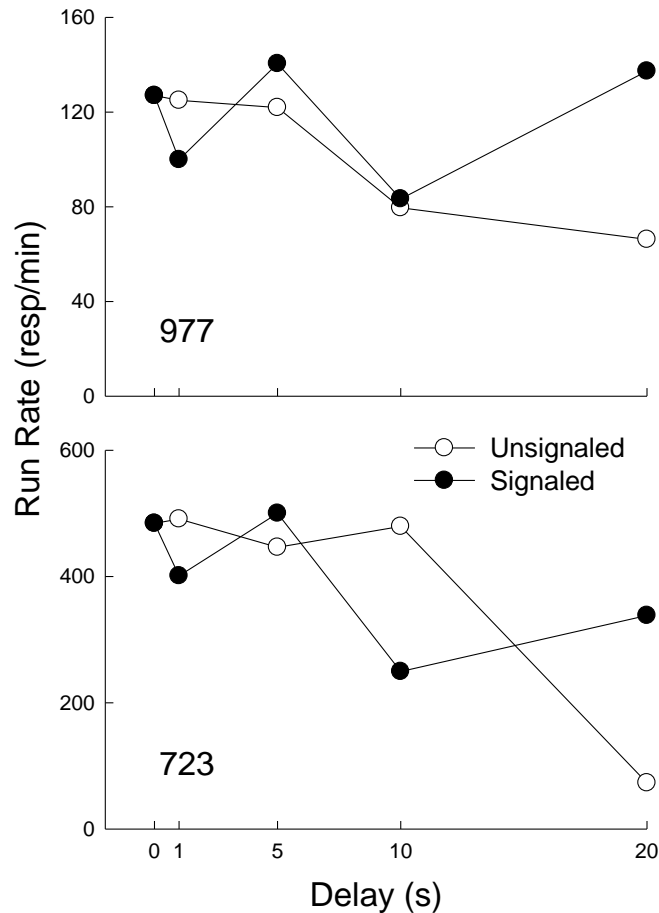


Figure 2. Breakpoints during the final six sessions of each condition. The blocks of data points that are unlabeled between each labeled delay condition are the immediate reinforcement baseline conditions.

Figure 3 shows the mean run rate (number of responses in the periods before the delay started/session time minus post-reinforcement pause plus reinforcement access time). Because breakpoints differed between conditions, only those ratio values that recurred in all sessions were included in the analysis shown in this and all subsequent figures. There was a negative relation for both pigeons between run rate and delay duration when delays were unsignaled, but not when they were signaled.



*Figure 3.* Mean run rates at each delay duration during the signaled (closed circles) and unsignaled (open circles) delay conditions. Data are from the final six sessions of each delay condition; data for the baseline condition (0-s delay) are the mean of the final six sessions of each of the baseline conditions.

The upper graph in Figure 4 shows that responding during signaled delay periods was rare and that responding during unsignaled delay periods was both higher than during the equivalent signaled delays and constant across increasing delays values. Response rates during the unsignaled delays were higher than the mean response rates shown in Figure 3 probably because they are calculated based on responding at the end of each ratio run and not the entire ratio. The lower

graphs of Figure 4 show that the obtained delays (the delay between the last response in a given ratio requirement and reinforcement) was constant for unsigned delays and increased with delay duration for signaled delays.

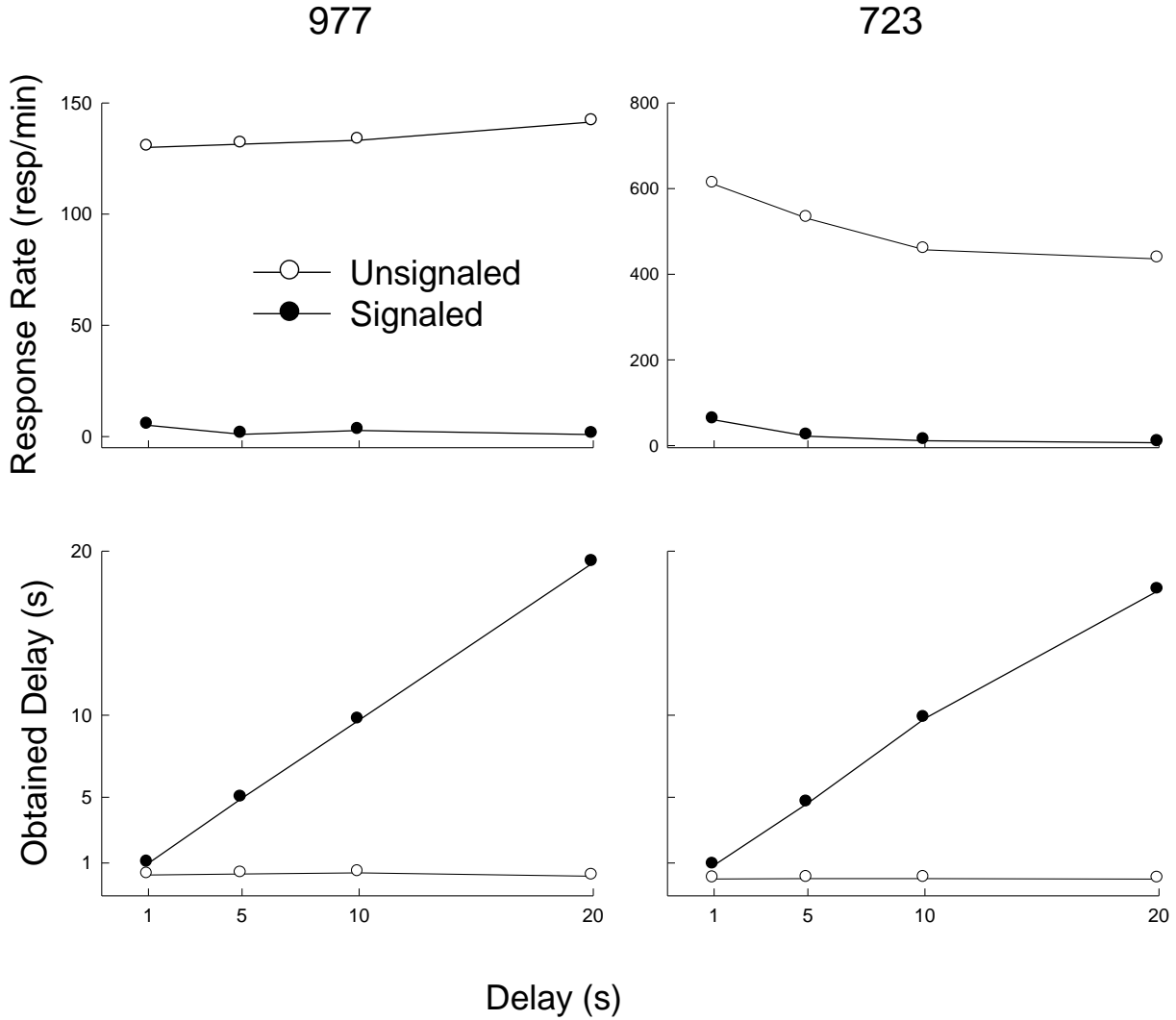
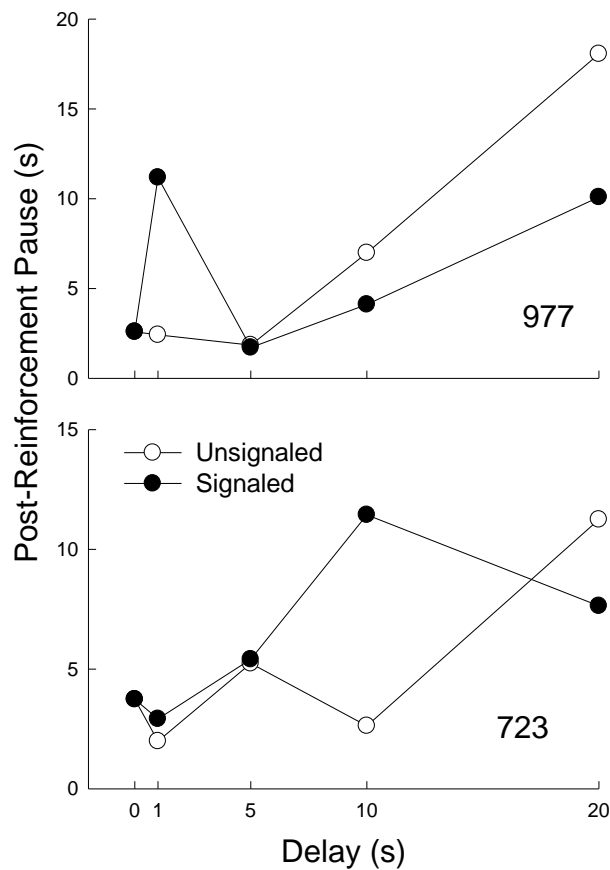


Figure 4. Top graphs: Mean rates at each delay duration. Bottom graphs: Mean obtained delays at each delay duration, Both sets of graphs show both signaled (closed circles) and unsigned (open circles) delays. Data are from the final six sessions of each delay condition.

Figure 5 shows mean post-reinforcement pauses (PRPs) during each condition. Thus, these data are means of PRPs at each increasing response requirement across the session. The PRPs for both pigeons generally increased with increasing delays. There were no systematic differences in PRPs between the signaled and unsigned delays across the two pigeons.



*Figure 5.* Mean post-reinforcement pause at each delay duration during the signaled (closed circles) and unsignaled (open circles) delay conditions. Data are from the final six sessions of each delay condition; data for the baseline condition (0-s delay) are the mean of the final six sessions of the baseline conditions.

## Discussion

The point at which both pigeons ceased completing progressively increasing ratio requirements decreased as the delay between the reinforced response and the reinforcer delivery increased. These results extend to another parameter of reinforcement—its delay-- the findings of Hodos and Kalman (1963) and Baron et al. (1992) showing that PR schedule performance is sensitive to changes in reinforcement magnitude. The results also complement the findings of Nevin (1974) that more immediate reinforcers are more efficacious in developing persistent responding than are delayed reinforcers. This finding extends Nevin's conclusion by suggesting that the signal is not as important as the delay itself in persistence.

Nevin's (1974) tests of response persistence involve what Harper and McLean (1992) identified as a behavioral disruption from outside the components of the schedule. That is, extinction, pre-session feeding, and imposing response-



independent food during blackouts all are independent of the schedule maintaining the response. By contrast, other disruptors occur within the schedule itself. Thus, imposing response-independent food during a schedule (an internal disruptor) as opposed to between schedules as in Nevin's use of such food delivery in the blackout between multiple schedule components (an external disruptor) can have different effects on behavior. Cohen et al. (1993), for example, compared the former and latter procedures, showing that only the latter had systematic effects on response persistence.

Both the response requirement and the response-reinforcer dependency seem integral elements of the reinforcement contingency (cf. Harper & McLean, 1992). Nonetheless, in the case of both reinforcement magnitude and reinforcement delay, the effects obtained with PR schedules complement the effects of external disruptors on operant behavior. Perhaps the difference between affecting persistence by imposing response-independent food delivery during the schedule itself (Cohen et al., 1993; Lattal & Bryan, 1976; Zeiler, 1979) and changing the parameters of the reinforcer in a PR schedule have to do with the index of persistence. In the former, the index is the very response rate that may be disrupted by the response-independent food itself, but in the latter the index of persistence, the break point, is one that is independent of response rate.

The relation between the effects of variations in reinforcement parameters on response rates and break points warrants comment. Reinforcer magnitude has mixed effects on response rates maintained by reinforcement schedules (Bonem & Crossman, 1988), but its effects on PR break points are systematic and replicable (e.g., Hodos & Kalman, 1963; Baron et al., 1992). Responding maintained by VI schedules generally declines with increasingly long delays of reinforcement (e.g., Sizemore & Lattal, 1978; Richards, 1981; see Lattal, 2010 for a review). This finding is consistent with the present findings relating break points to delay duration. Run rates (response rates calculated after the PRP was omitted from the calculation) showed a somewhat orderly relation to delay duration, but, unlike previous comparisons of signaled and unsignaled delays of reinforcement imposed on VI schedules, the signaled delay did not yield consistently higher response rates. Nevin (1974) suggested that reinforcement rates determine response strength, but Lattal (1989) showed that when reinforcement rates are constant, lower response rates are more resistant to change than are higher rates. In the present experiment, both reinforcement and response rates were more or less similar in the two conditions, and persistence also was similar.

The present results may be compared along other dimensions to those of previous investigations of the effects of delays of reinforcement imposed on other schedules of reinforcement. Morgan (1972), for example, found no systematic relation between work time (equivalent to run rates on FR schedules) and (signaled) delay duration under FR schedules. Post-reinforcement pauses, however, generally increased with increasing delay values both in the present experiment and in those reported by Morgan (1972) and Meunier and Ryman (1974).

Two potential limitations of the present method warrant comment. One is that reinforcement rates decreased with increasing delay values. This variable has

been controlled in some (e.g., Lattal, 1984; Sizemore & Lattal, 1978) but by no means all (e.g., Ferster, 1953; Richards, 1981) previous investigations of delay of reinforcement on reinforcement rate. Although the effects of delay duration have been shown to be largely independent of changes in reinforcement rate in other schedules of reinforcement (e.g., Sizemore & Lattal), the lack of a control condition in the present experiment mandates that the present results be interpreted as a joint outcome of delay and potential changes in reinforcement rate. One way of isolating the effects of progressive reinforcement rate decreases in PR schedules would be to use a yoked control procedure, as was done by Lattal, Reilly, and Kohn (1998). Another would be to use a chained FT PR schedule, which would equate reinforcement rate without the delays. A second potential limitation is that the delays were increased systematically across conditions. Ferster (1953) showed that such a procedure may attenuate the effect of the delay; however, Ferster's procedure was not a truly progressively increasing delay procedure. Rather, he titrated the delay, increasing or decreasing the delay duration, as a function of the pigeon's responding in an attempt to demonstrate that behavior could be sustained in the presence of relatively long delays via such a procedure. By contrast, in the present experiment the delays were imposed at full value, each separated from the previous by an immediate reinforcement baseline condition. Thus, each delay was compared to an immediately preceding immediate reinforcement condition, making it less likely that the order of delays had any strong, systematic effect on the results.

Despite these potential limitations, the present results are generally consistent with other research on both delay of reinforcement and of other parameters of reinforcement on PR performance. Thus, these present results extend the general findings of delay of reinforcement to PR schedules, on which such effects have not previously been demonstrated. Delay of reinforcement challenges response persistence in PR schedules much as it does when tested using multiple-schedule resistance to change testing procedures. That is, delay of reinforcement reduces the efficacy of the reinforcer. Such a finding extends the utility and generality of the PR schedule as a method for indexing response strength or behavioral persistence. More importantly, because the break point is a measure of persistence that is independent of response rate, the present findings in combination with the extant literature on delay of reinforcement further suggest that delays of reinforcement not only reduce response rates, but they more generally affect the persistence and strength of operant behavior.

## References

- Baron, A., Mikorski, J., & Schlund, M. (1992). Reinforcement magnitude and pausing on progressive-ratio schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 58*, 377-388.
- Bonem, M., & Crossman, E. K. (1988 ). Elucidating the effects of reinforcer magnitude. *Psychological Bulletin, 104*, 348-362.

- Cohen, S. I., Riley, D. S., & Weigle, P. A. (1993). Tests of behavior momentum in simple and multiple schedules with rats and pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *60*, 255-291.
- Ferster, C. B. (1953). Sustained behavior under delayed reinforcement. *Journal of Experimental Psychology*, *45*, 218-224.
- Harper, D. N., & McLean, A. P. (1992). Resistance to change and the law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *57*, 317-337.
- Hodos, W. (1961). Progressive ratio as a measure of reward strength. *Science*, *134*, 943-944.
- Hodos, W. (1965). Motivational properties of long durations of rewarding brain stimulation *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *59*, 219-224
- Hodos, W., & Kalman, G. (1963). Effects of increment size and reinforcer volume on progressive ratio performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *6*, 387-392.
- Jarmolowicz, D. P., & Lattal, K. A. (2010). On distinguishing progressively increasing response requirements for reinforcement. *The Behavior Analyst*, *33*, 119-125.
- Lattal, K. A. (1984). Signal functions in delayed reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *42*, 239-253.
- Lattal, K. A. (1989). Contingencies on response rate and resistance to change. *Learning and Motivation*, *20*, 191-203.
- Lattal, K. A. (2010). Delayed reinforcement of operant behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *93*, 129-139.
- Lattal, K. A., & Bryan, A. J. (1976). Effects of concurrent response-independent reinforcement on fixed-interval schedule performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *26*, 495-505.
- Lattal, K. A., Reilly, M. P., & Kohn, J. P. (1998). Response persistence under ratio and interval reinforcement schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *70*, 165-183.
- MED Associates, Inc., & Tatham, T. A. (1991). *MED-PC Medstate notation*. East Fairfield, NH: MED Associates, Inc.
- Meunier, G. F., & Ryman, F. (1974) Delay of reinforcement in fixed-ratio behavior. *Psychological Reports*, *34*, 350.
- Morgan, M. J. (1972). Fixed-ratio performance under conditions of delayed reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *17*, 95-98.
- Nevin, J. A. (1974). Response strength in multiple schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *21*, 389-408.
- Ricard, J. F., Body, S. Zhang, Z., Bradshaw, C.M., & Szabadi, E. (2009) Effect of reinforcer magnitude on performance maintained by progressive-ratio schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *91*, 75-87.
- Richards, R. W. (1981). A comparison of signaled and unsignaled delay of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *35*, 145-152.

- Sizemore, O. J., & Lattal, K. A. (1978). Unsignaled delay of reinforcement in variable-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 30, 169-175.
- Stafford, D., LeSage, M. G., & Glowa, J. R. (1998). Progressive-ratio schedules of drug delivery in the analysis of drug self administration: A review. *Psychopharmacology*, 139, 169-184.
- Stewart, W. J. (1975). Progressive reinforcement schedules: A review and evaluation. *Australian Journal of Psychology*, 27, 9-22.
- Zeiler, M. D. (1979). Reinforcing the absence of fixed-ratio performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 31, 321-332.

## **Effects of Scopolamine on Conditioning of Lever Pressing**

Yectivani Juárez, Gabriela González-Martín, Rodolfo Bernal-Gamboa, Rodrigo Carranza, Javier Nieto, Alfredo Meneses\* & Livia Sánchez-Carrasco<sup>1</sup>

National Autonomous University of Mexico

\* Department of Pharmacobiology, CINVESTAV

### **Abstract**

The aim of this work was to determine the effects of scopolamine, a cholinergic antagonist, on the conditioning of an instrumental response and the contextual conditioning of this response. Five groups of rats were trained to lever-press on a Variable Interval 30 s schedule in context A. Scopolamine was administered 15 min before each conditioning session to AB 0.01 mg/kg, AB 0.10 mg/kg and AB 1.00 mg/kg groups. The AA Saline and AB Saline groups received saline injections. Contextual conditioning of the lever-pressing response was assessed in one extinction session. The AA group received this extinction session in the conditioning context (A), while the AB groups received this session in a different context (B). Results showed that scopolamine impaired the conditioning of the lever-pressing response but no effects on contextual conditioning were found.

*Key Words:* Scopolamine, Instrumental conditioning, Rats, Context.

## **Efectos de la Escopolamina en el Condicionamiento de Presiones a la Palanca**

### **Resumen**

El propósito de este trabajo fue determinar los efectos de la escopolamina, un antagonista colinérgico, sobre el condicionamiento de una respuesta instrumental así como sobre el condicionamiento contextual de esta respuesta. Se entrenó a cinco grupos de ratas a presionar una palanca bajo un programa de Intervalo Variable 30 s en el contexto A. 15 min antes de cada sesión de condicionamiento se administró escopolamina en dosis de 0.01, 0.10 y 1.00 mg/kg a grupos diferentes en el contexto A, mientras dos grupos de ratas recibieron solución salina en el contexto A. El condicionamiento contextual de la respuesta de palanqueo se evaluó en una sesión de extinción en el contexto A o en un contexto B diferente. Los resultados mostraron que la escopolamina obstaculizó el condicionamiento de la respuesta de presionar la palanca pero no se encontraron efectos sobre el condicionamiento contextual.

*Palabras Clave:* Escopolamina, Condicionamiento instrumental, Ratas, Contexto.

---

<sup>1</sup> The Dirección General del Personal Académico, UNAM, grant PAPIIT IN307509, conceded to Javier Nieto financed this research. Correspondence regarding this paper may be addressed to Livia Sánchez-Carrasco to [lyvia.sanchez@gmail.com](mailto:lyvia.sanchez@gmail.com).

Forgetting has been defined as the inability to remember or retrieve information previously learned (Baddeley, 1999; Ebbinghaus, 1885) or the total and permanent loss of information (Loftus & Loftus, 1980); however, current theories suggest that the information is preserved when it is properly learned and codified (Capaldi & Neth, 1995; Rescorla, 2001). Thus, forgetting is featured as a temporal failure in the retrieval of information, and according to McGeoch (1932) it is determined by "alterations in the stimulus or environmental conditions". Likewise, extinction is a classic example in which removing reinforcement produces a decrement of responding. Some authors (e.g., Rescorla & Wagner, 1972) have argued that such a reduction in responding results from the weakening or loss of associations established in the brain as the result of prior conditioning. Nevertheless, Capaldi (1994) and Bouton (1994) have proposed that such information is preserved and that the environmental cues (i.e., the context) determine its retrieval. In short, forgetting and extinction might be considered as a result of changes in the contextual cues rather than the simple loss of information (Bouton, 1994; Capaldi & Neth, 1995).

In agreement with these ideas, a large body of evidence (see Bouton, 1994; Delamater, 2004; Rescorla, 2001; Sánchez-Carrasco & Nieto, 2009) supports the claim that learning not evident in a moment might be available in a different circumstance or time. Therefore, the study of phenomena such as desinhibition, spontaneous recovery, renewal, and reinstatement where the recovery of an extinguished response is observed, might provide significant insights about the mechanisms (e.g., cognitive, pharmacological, neurobiological and neuroanatomical) of remembering and forgetting (Bouton, 1993; Quirk & Muller, 2008; Rescorla, 2001).

As we mentioned, contextual cues appear to have ubiquitous effects on the retrieval of memories (Bouton, 1994; McGeoch, 1932). For example, there is some evidence that shows recovery of a conditioned response, either in Pavlovian or instrumental procedures, by exposing subjects to a different context to that employed during extinction (contextual renewal, Bouton & Bolles, 1979; Bouton & Ricker, 1994). Additionally, some experiments have shown a reduction in the magnitude of the conditioned response by the mere change of context (Bouton & Peck, 1990; Hall & Honey, 1989).

In relation to the neural and pharmacological mechanisms, some experiments support hippocampal involvement in acquiring and consolidating the context representation. Since acetylcholine contributes to the production of hippocampal theta rhythm, some researchers have proposed that learning alterations produced by cholinergic antagonism result from the blockade of atropine-sensitive theta rhythm impairing hippocampal function (Vanderwolf, Kramis, & Robinson, 1978). For example, disruption of theta rhythm by cholinergic antagonists attenuates hippocampal plasticity *in vitro*, while the facilitation of theta rhythm enhances significantly contextual fear conditioning and hippocampal long-term potentiation (LTP) (Maren & Fanselow, 1995). Thus, these findings provide a possible mechanism for the observed effects of cholinergic antagonist on memory (Huerta & Lisman, 1995). Accordingly, tasks that are sensitive to hippocampal damage are also impaired by cholinergic antagonism. For example, Anagnostaras,

Maren, and Fanselow (1995) and Rudy (1996) have designed some experiments to analyze the physiological and pharmacological processes involved in contextual conditioning. Particularly, they have analyzed the role of cholinergic systems using scopolamine, an antagonist of cholinergic systems, on contextual fear conditioning.

Anagnostaras et al. (1995) designed an experiment to evaluate the effects of cholinergic antagonism in a contextual fear-conditioning paradigm; rats were given scopolamine (1.00 mg/kg) for 3 days either before or three days after the conditioning session in which a tone was paired with an aversive footshock. Fear to both context and tone was assessed in independent test sessions. Their results showed that scopolamine injections impaired contextual fear conditioning if administered prior to, but not after conditioning; while, conditioning of the tone was not affected in either condition. Also, Rudy (1996) found that the same dose of scopolamine disrupted contextual fear conditioning more than fear conditioning to the tone when administered prior to conditioning. However, Rudy found that post-conditioning administration of scopolamine also impaired contextual fear conditioning.

The present study was designed to provide further evidence on the participation of cholinergic systems on the acquisition of lever pressing, as well as on conditioning of contextual cues. Specifically, it was designed to assess the effects of scopolamine injections on contextual conditioning using an instrumental appetitive procedure with rats. In this experiment subjects were assigned to five groups, which received one of three different doses of scopolamine or of saline 15 min prior to the onset of each of the two acquisition sessions. During the acquisition phase all groups were trained to lever press in Context A. Afterwards, all groups received one extinction session in Context A for one group and in Context B for the other groups.

## **Method**

### *Subjects*

45 three-month old male Wistar rats obtained from the School of Psychology own breeding colony were used; they were food-deprived at 80% of their ad libitum body weights, and were housed in individual cages with free access to water and restricted access to food.

### *Apparatus*

Six experimental chambers (model ENV-001, MED® Associates) for rats were used. The chambers measured 20.8 (height), 21.0 (wide) and 28.2 (length) cm. The walls and ceiling were of acrylic and the frontal and rear panels were stainless steel. Each chamber had a floor made of 0.5 cm diameter stainless steel rods that were separated 1.7 cm. A lever (4.5 cm length by 0.1 cm thick) in the frontal panel was placed 7.1 cm from the floor and 14 cm from the left sidewall, it required a force of 10 g to be operated. The food-magazine was placed at the

center of the front panel where 45 mg Noyes pellets were delivered. General illumination was provided by a house light (28v DC), that was located at the upper left side of the frontal panel. Two loudspeakers provided a 90 dB white noise. All chambers were connected to a MED® associates interface, model SG-502, and a computer that controlled and registered all environmental and behavioral events.

### *Contextual cues*

The experimental chambers were prepared to provide two different contexts, which featured olfactory, tactile and localization cues. Three of the chambers represented the vinegar–rods context that contained a recipient with 10 ml of vinegar (commercially available) placed outside of the chamber but under the food-magazine and the floor was made up of the stainless steel rods. The three remaining chambers represented the menthol-sandpaper context, that contained a recipient with 1 g of menthol (Richardson- Vick, Inc., Shelton, CT) placed outside of the chamber but under the food-magazine, the stainless steel rods were covered with coarse sandpaper. Context exposition was counterbalanced between subjects as Context A and B.

### *Procedure*

All subjects were trained to press a lever on a continuous reinforcement schedule in the absence of the target contextual cues. Then, subjects were assigned to five groups and the experimental phase started. The experiment consisted of two phases: acquisition and extinction. During the acquisition phase, animals were trained in Context A to lever press under a VI 30 s schedule for two sessions. Half of the subjects in each group were trained in the vinegar scented and stainless steel rods context, while the other half were trained in the menthol scented and sandpaper floor context. After that, the extinction session started and lever pressing was extinguished, that is, lever presses no longer produced pellets. The AA saline group received this phase in the acquisition context A, while the AB groups received it in a different context (Context B). Table 1 shows the procedure used in the present experiment.

### *Drug administration*

Scopolamine hydrobromide (S0929, Sigma-Aldrich Chemicals) was dissolved in saline solution to provide doses of 0.01, 0.1, and 1.0 mg/kg a dose was intraperitoneally injected 15 min prior to the start of each acquisition session.



Table 1

*Procedure used in the Experiment. A and B stand for the context in which each phase was conducted. R indicates response and O the outcome*

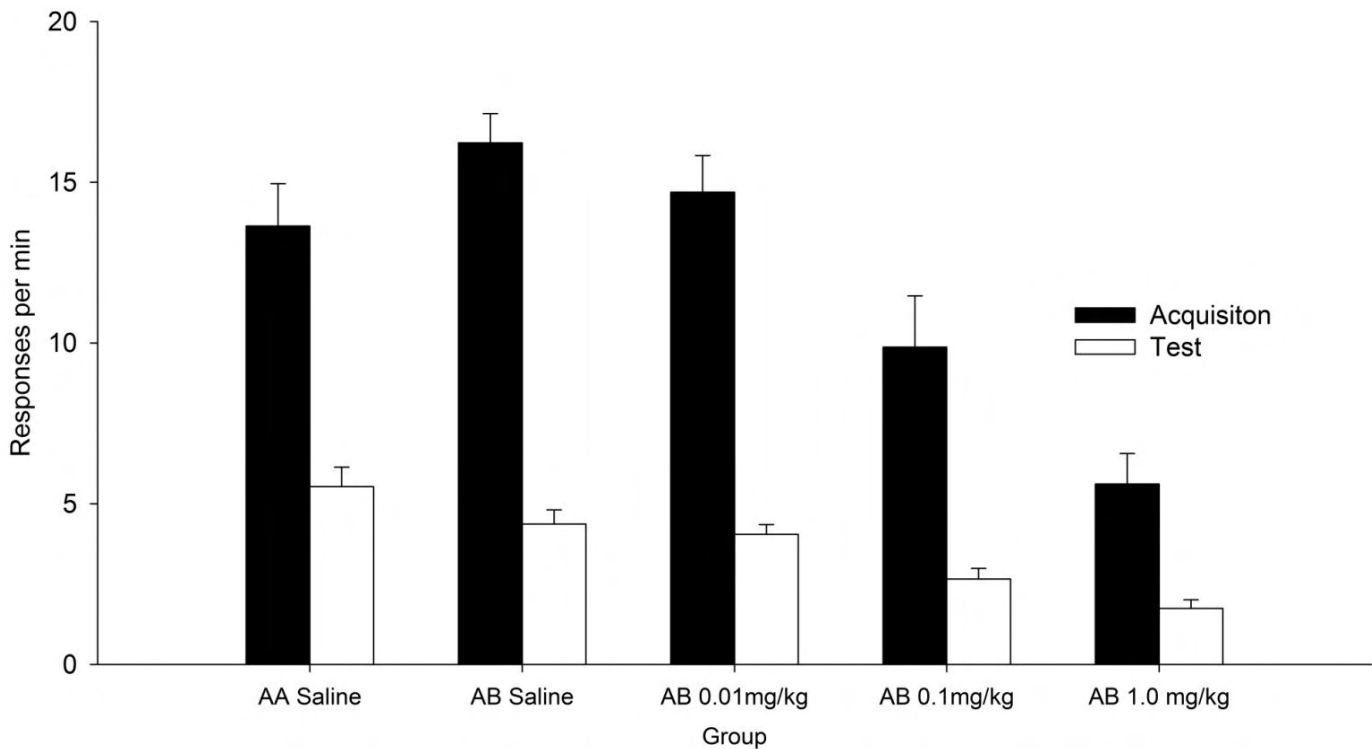
Group	Phase	
	Acquisition VI 30s	Test Extinction
AA Saline	A:R-O	A: R-
AB Saline	A:R-O	B: R-
AB 0.01 mg/kg	A:R-O	B: R-
AB 0.1 mg/kg	A:R-O	B: R-
AB 1.0 mg/kg	A:R-O	B: R-

### Statistical analyses

The number of lever presses during the acquisition and testing sessions were used as an index of learning. Response rates of the groups in the last training session were used to determine learning differences between groups, these rates were analyzed with ANOVAs. In order to analyze the effect of changing the context on response rates, an extinction ratio was calculated for each group. The extinction ratio was obtained by dividing the response rates observed in the extinction session over the response rate recorded in the last acquisition session plus the response rate observed in the extinction session. An extinction ratio close to zero shows a decrease in the response rate in the extinction session relative to the last conditioning session, while values near to 0.50 show no changes in the response rate.

### Results

Figure 1 shows the mean response rates observed in the last acquisition and test sessions. Saline groups and the AB 0.01mg/kg group had the highest response rate in the last acquisition session, while the AB 0.10 mg/kg and the AB 1.00 mg/kg groups showed response rates close to 10 responses per min. Figure 1 also shows an abrupt reduction in the response rates during the test session for all groups, down to five responses per min. These findings were confirmed by a ANOVA with Phase and Group as factors, the results showed significant principal effects of group  $F(4,40) = 17.04$ ,  $p < 0.05$ , and phase  $F(1,40) = 262.00$ ,  $p < 0.05$ . The interaction between Phase and Group was also significant  $F(4,40) = 8.23$ ,  $p < 0.05$ . A post hoc analysis (Tukey HSD) of the principal effect of group showed significant differences of the response rates during the last acquisition session among both saline groups and between AB 0.01mg/kg group, and the AB 1.00mg/kg and AB 0.10 mg/kg groups.



*Figure 1.* Responses per min for each group in the last acquisition session and the test session.

As groups differed in response rates, to assess the effects of context changes, an extinction ratio was computed for each subject in each group. The extinction ratio was obtained by dividing the rate during extinction over that rate plus the rate during the last acquisition session. The mean extinction ratios for each group are shown in Figure 2. The figure shows similar extinction ratios for all groups. A one-way ANOVA confirmed this finding  $F(4, 40) = 0.74, p > 0.05$ .

## Discussion

The present results showed that moderate doses of scopolamine (e.g., AB 0.10 mg/kg and AB 1.00 mg/kg) prior to acquisition attenuated the rate of lever pressing. These findings are consistent with previous reports showing that moderate pre-training doses of scopolamine (1mg/kg, 10 mg/kg and 100 mg/kg) impair learning in fear conditioning procedures (Anagnostaras, Maren, Sage, Goodrich & Fanselow, 1999). Additionally, we should mention that the neural structures that mediate instrumental learning remain poorly understood; however, it has been suggested that the hippocampus may be critical for the detection of causal relationships in the environment, and that removal of the hippocampus renders rats insensitive to changes in the instrumental contingency, resulting in behavior that is determined primarily by event contiguity (Devenport, 1979, 1980;

Devenport and Holloway, 1980). In conclusion, and in agreement with Rudy's (1996) findings, instrumental conditioning, tone-fear conditioning, and context fear conditioning seems to depend, at least with the parameters used in these experiments, on central colinergic systems.

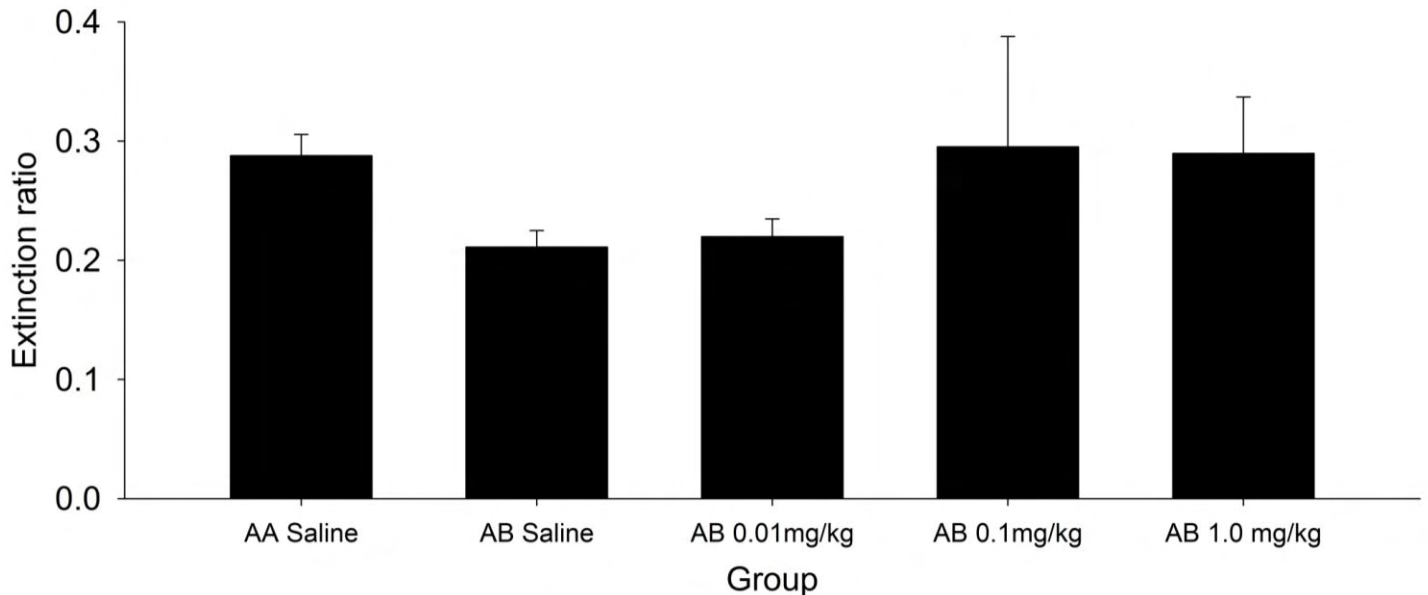


Figure 2. Extinction ratio for each group in the test session.

The second purpose of the present experiment was to extend Rudy's (1996) findings that pre-training doses of scopolamine impair contextual learning; that is, when tone-footshocks are presented in context A, and then the subjects are exposed to the context alone and the tone in a new context, both produce freezing. However, some experiments have found that fear elicited by the context is attenuated when scopolamine is administered (Anagnostaras et al., 1999; Rudy, 1996), whereas other experiments have found that freezing elicited by the tone is also attenuated (Rudy, 1996). Our results did not show effects of context changes, even in the saline groups. Thus, we were unable to assess the effects of scopolamine on context conditioning. However, it is important to stress that the lack of evidence of effects on context conditioning cannot be attributed to the absence of scopolamine effects, as shown by the reduction in the rates of response, but to other factors. For example, when a drug is administered prior to a learning experience one can never be sure that the observed behavioral impairment was due to the drug's action on learning and memory processes per se. A drug given prior to the learning experience could impair the sensory systems that mediate the detection of the relevant features of the experience. Thus, the effects of scopolamine administration after the conditioning session should be

analyzed. Furthermore, it is also important to consider that the moment when scopolamine is administered, either prior or after conditioning, may impair different phases in the memory process. For instance, the pre-conditioning administration has an effect on the acquisition process, whereas post-conditioning administration disturbs the consolidation process, while pre-test administration affects the recovery process. Additionally, it is also important to ascertain that the effects of scopolamine on behavior are produced by scopolamine's action on the central cholinergic systems, and not by its peripheral systems. Thus, in this type of experiments it is important to include an additional control group that receives methyl-scopolamine, which is thought to not penetrate into the central nervous system (Feldman & Quinzer, 1984).

## References

- Anagnostaras, S. G., Maren, S., & Fanselow, M. (1995) Scopolamine selectively disrupts the acquisition of contextual fear conditioning in rats. *Neurobiology of learning and memory*, 64, 191-194.
- Anagnostaras, S. G., Maren, S., Sage, J. R., Goodrich, S., & Fanselow, M. (1999). Scopolamine and Pavlovian fear conditioning in rats: Dose-effect analysis. *Neuropsychopharmacology*, 21, 731-744.
- Baddeley, A. (1999). *Memoria Humana: Teoría y Práctica*. Madrid, España: McGraw-Hill.
- Bouton, M. E. (1993). Context, time and memory retrieval in the interference paradigms of Pavlovian learning. *Psychological Bulletin*, 114, 80-99.
- Bouton, M. E. (1994). Conditioning, remembering and forgetting. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 20, 219-231.
- Bouton, M. E., & Bolles, R. (1979). Contextual control of extinction of conditioned fear. *Learning and Motivation*, 10, 445-466.
- Bouton, M. E., & Peck, C. A. (1990). Context and performance in aversive-to-appetitive and appetitive-to-aversive transfer. *Learning and Motivation*, 21, 1-31.
- Bouton, M. E., & Ricker, S. T. (1994). Renewal of extinguished responding in a second context. *Animal Learning and Behavior*, 22, 317-324.
- Capaldi, E. J. (1994) The sequential view: From rapidly fading stimulus traces to the organization of memory and the abstract concept of number. *Psychonomic Bulletin Review*, 1, 156-181.
- Capaldi, E. J., & Neth, I. (1995) Remembering and forgetting as context discrimination. *Learning and Memory*, 2, 107-132.
- Delamater, A. R. (2004). Experimental extinction in Pavlovian conditioning: Behavioural and neuroscience perspectives. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 57B, 97-132.
- Devenport, L. D. (1979). Superstitious bar pressing in hippocampal and septal rats. *Science*, 205, 721-723.
- Devenport, L. D. (1980). Response-reinforcer relations and the hippocampus. *Behavioural Neural Biology*, 29, 105-110.

- Devenport, L. D., & Holloway, F. A. (1980). The rat's resistance to superstition: Role of the hippocampus. *Journal of Comparative Physiological Psychology*, 4, 691-705.
- Ebbinghaus, H. (1885). *Memory: A contribution to experimental psychology*. Retrieved on October 20, 2010, from the web page of York University, Toronto, Ontario: <http://psychclassics.yorku.ca/Ebbinghaus/index.htm>.
- Feldman, R. S., & Quinzer, L. F. (1984). *Fundamentals of Neuropharmacology*. Sunderland, M.A.: Sinauer.
- Loftus, E. F., & Loftus, G. R. (1980). On the permanence of stored information in the human brain. *American Psychologist*, 35, 409-298.
- Hall, G., & Honey, R. C. (1989). Contextual effects in conditioning, latent inhibition, and habituation: Associative and retrieval functions of contextual cues. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 15, 232-241.
- Huerta P. T., & Lisman J. E. (1995). Bidirectional synaptic plasticity induced by a single burst during cholinergic theta oscillation in CA1 in vitro. *Neuron* 15,1053-1063.
- Maren, S., & Fanselow, M. (1995). Synaptic plasticity in the basolateral amygdala induced by hippocampal formation stimulation in vivo. *Journal of Neuroscience*, 15, 7548-7564.
- McGeoch, J. A. (1932). Forgetting and law of disuse. *Psychological Review*, 39, 352-370.
- Quirk, G., & Muller, D. (2008) Neural mechanisms of extinction learning and retrieval. *Neuropsychopharmacology*, 33, 56-72.
- Rescorla, R. A. (2001). Experimental Extinction. In R. R. Mowrer, & S. B. Klein (Eds.), *Handbook of Contemporary Learning Theories* (pp. 119-154). Hillsdale, N.J., U.S.A.: Erlbaum.
- Rescorla, R. A., & Wagner, A. (1972). A theory of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement. In A. Black, & W. Prokasy (Eds.), *Classical Conditioning II: Current Research and Theory* (pp. 64-99).
- Rudy, J. W. (1996) Scopolamine administered before and after training impairs both contextual and auditory-cue fear conditioning. *Neurobiology of Learning and Memory*, 65, 73-81.
- Sánchez-Carrasco, L., & Nieto, J. (2009) Recuperación de respuestas: Una revisión de la evidencia y del modelo de recuperación de información. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 35, 45-59.
- Vanderwolf, C. H., Kramis, R., & Robinson, T. E. (1978). Hippocampal electrical activity during waking behaviour and sleep: Analysis using centrally acting drugs. In K. Elliot, & J. Whelan (Eds.), *Functions of the Septo-Hippocampal System* (pp. 199-221). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.

## **The Effects of the Verbal Developmental Capability of Naming on How Children Can Be Taught**

R. Douglas Greer<sup>1</sup>, Alison Corwin & Susan Buttigieg  
Teachers College and Graduate School of Arts and Sciences Columbia University

### **Abstract**

Naming, a verbal developmental capability that is a source for children to acquire language incidentally, may affect how they learn best in school. We tested the presence/absence of Naming (Experiment I) and the induction of Naming (Experiment II) on the rates of learning under 2-instructional conditions (9 -participants, ages 5-7) using a counterbalanced reversal design across matched pairs for Experiment I and stage 2 of Experiment II. In stage 1 Experiment II we used a delayed multiple probe design across participants to show the induction of Naming and then in stage 2 we tested the effects of the induction of Naming on rate of learning. The dependent variable in each study was numbers of instructional trials to meet curricular objectives. In Experiment 1, we compared learning under (a) standard learn unit presentations (SLUs) or instructional trials that met the criteria for learn units and (b) model demonstration learn units (MLUs)-- learn units with antecedent instructions. In Experiment I, MLUs correlated with faster rates of learning for all 4-participants with Naming. For the 4-participants who lacked Naming, MLUs did not accelerate learning. In Experiment 2, we induced Naming for those 4-participants and then MLUs accelerated rates of learning. The findings suggest that the onset of Naming allows children to learn and be taught in new ways.

*Key words:* Incidental language acquisition, Naming, Language developmental cusps, Development and instruction interactions, Development and effective instruction.

## **Los Efectos del Desarrollo de la Capacidad Verbal de Nombrar sobre Cómo Puede Enseñarse a los Niños**

### **Resumen**

Nombrar, una capacidad del desarrollo verbal que es una fuente para que los niños adquieran incidentalmente el lenguaje, puede incidir sobre un mejor aprendizaje en la escuela. Se probó la presencia/ausencia de nombrar (Experimento I) y la inducción de nombrar (Experimento II) sobre las tasas de aprendizaje bajo dos condiciones de instrucción (nueve participantes entre 5 y 7 años) usando un diseño de reversión contrabalanceado a través de pares igualados para el Experimento I y para la Fase 2 del Experimento II. En la Fase 2 del Experimento II se usó un diseño de sondeos múltiples demorados a través de los participantes para mostrar la inducción de nombrar y luego en la Fase 2 se probaron los efectos de la inducción de nombrar sobre la tasa de aprendizaje. La variable dependiente en cada estudio fue el número de ensayos instruccionales para cumplir los criterios curriculares. En el Experimento I se comparó el aprendizaje bajo a) presentaciones estándar de unidades de aprendizaje (SLU) o ensayos instruccionales para cumplir el criterio de las unidades de aprendizaje y b) la demostración con un modelo de las unidades de aprendizaje (MLUs) unidades de aprendizaje con instrucciones antecedentes. En el Experimento I

---

<sup>1</sup> Requests for reprints may be obtained from the first author at Box 76 Teachers College Columbia University, 525 West 120<sup>th</sup> Street, New York, NY, 10027, USA. Inquiries may also be made to rdg13@columbia.edu.

los MLUs correlacionaron con tasas más rápidas de aprendizaje para los cuatro participantes que nombraban. Para los cuatro participantes que no nombraban, los MLUs no aceleraron el aprendizaje. En el Experimento II se indujo nombrar para los mismos cuatro participantes y MLUs aceleraron la tasa de aprendizaje. Estos hallazgos sugieren que el inicio de nombrar permite a los niños aprender y ser enseñados de nuevas maneras.

*Palabras clave:* Adquisición incidental del aprendizaje, Nombrar, Cúspides en el desarrollo del lenguaje, Interacciones en el desarrollo y la instrucción, Desarrollo e instrucción efectiva.

The subject matter of verbal behavior constitutes the identification of language function or language as behavior as it relates to extensions of the elementary principles of behavior (Skinner, 1957). Verbal behavior development refers to the acquisition of particular language behaviors that constitute key developmental milestones as a function of experience (Greer & Longano, 2010; Greer & Ross, 2008; Greer & Speckman, 2009). Thus, verbal behavior is not synonymous with vocal behavior, since language function may include non-vocal behaviors such as gestures or signs. Inquiry into language as behavior does not conflict with the study of other aspects of language (e.g., linguistics, neuroscience of language). Rather, the analysis of verbal and its development, when combined with study of the other features of language, provides a more complete picture of language. One contribution that the analysis of verbal behavior has made to a more complete understanding of language is the identification of key milestones of verbal behavioral development as they are influenced by environmental experiences. One key milestone is the onset of naming, which is a term in the field for the stage in which children acquire the ability to learn new words for stimuli incidentally.

Horne and Lowe (1996) introduced the term Naming (capitalized here to distinguish this special usage) as a descriptor for the language developmental change that allowed children to learn the names of things incidentally. When Naming was present children could acquire the “names” or words for stimuli as a listener and a speaker without direct instruction. Much of the original research on Naming focused on the relation of Naming on the emergence of untaught or derived stimulus relations, where the question concerned the role that language played in such emergent relations (Horne, Hughes, & Lowe, 2006; Horne, Lowe, & Randle, 2004; Horne & Lowe, 1996; Miguel, Petursdottir, Carr, & Michael, 2008). More recently, a program of research has focused on the induction of Naming as a source of incidental language learning in young children and as a derived relation itself (See Greer & Keohane, 2006; Greer & Longano, 2010; Greer & Speckman, 2009 for reviews of that research). Several experiments have reported that after Naming was induced, children could acquire novel speaker and listener responses for novel stimuli from attending to the stimuli as they heard the words for the stimuli spoken, whereas they could not do so prior to the instantiation of Naming unless they were directly instructed in each response separately (Fiorile & Greer, 2007; Greer, Stolfi, Chavez-Brown, & Rivera-Valdes, 2005; Greer, Stolfi, & Pistoljevic, 2007; Helou-Care, 2008; Longano, 2008; Pistoljevic, 2008; Speckman-Collins, Park, & Greer, 2007).

Naming is one of the several language developmental milestones and is a component of the verbal developmental theory that grew out of research in verbal behavior development (Greer & Keohane, 2006; Greer & Longano, 2010; Greer & Ross, 2008; Greer & Speckman, 2009). Naming is an important focus of interest in language development because the onset of Naming is a, or the, source of children coming to acquire language incidentally. While some theorists proposed that the incidental acquisition of language was evidence that experience played a minor role (Pinker, 1999), there is now considerable evidence that certain experiences play critical roles in the onset of the ability to acquire language incidentally as the Naming capability (Greer & Speckman). Several theories and programs of research concur that Naming is a critical step in verbal development: (a) the relational frame theory (Barnes-Holmes, Barnes-Holmes, & Cullinan, 1999), (b) the Naming theory (Horne & Lowe, 1996), and the verbal development theory (Greer & Longano, 2010; Greer & Ross, 2008; Greer & Speckman, 2009). While each of these theories has different foci, and some differences in interpretations of the existing evidence, all build on Skinner's theory and all agree that Naming is the beginning of being truly verbal because it requires the intercept of the listener and speaker.

In the last decade several studies have identified the presence and absence of Naming and affirmed that it can be induced when it is missing in children who have the necessary prerequisites (Feliciano, 2006; Fiorile & Greer, 2007; Gilic, 2005; Greer et al., 2005, 2007; Longano, 2008; Reilly-Lawson, 2008; Speckman-Collins et al., 2007). The findings from these studies show that the onset of Naming allows children to learn in ways they previously could not. That is, rather than being directly taught the names of things, children with Naming learn new names without direct instruction (i.e., without reinforcement or corrections by caretakers). These findings suggested, in turn, that school age children with Naming might profit or be able to learn from being taught differently than children without Naming. The purpose of the experiments herein was to test that possibility.

The existing evidence suggests that in order to effectively instruct, a teacher or teaching device (i.e., the teaching machine as described in Skinner, 1968 or computerized instruction as described in Emurian, Hu, Wang, & Durham, 2000) must consist of certain interaction between the teacher or teaching device and the behavior of the student. First, the learner must attend to the relevant stimuli and be entreated to emit a response, to which the teacher or device provides two kinds of feedback —reinforcement and corrections. This process includes gaining the learner's attention to a potential discriminative stimulus that is (a) presented in an unambiguous way under (b) the relevant establishing operation for the (c) reinforcement operation that is used for correct responses. Next, (d) the student must have the opportunity to respond or emit a response and (e) the teacher or teaching device must provide feedback to the learner to (f) reinforce correct responding, or (g) correct an incorrect response. Effective corrections require that the response that is corrected (h) include the student emitting a correction response that is not reinforced while attending to the potential discriminative stimulus. In the research that has identified the components of effective instruction, instructional presentations that have all of these components are identified as *learn*



*units*. The components of the learn unit were initially prescribed by Skinner (1968) in what he called the *frame* in programmed instruction and was later identified in research as the learn unit. The learn unit and components of the learn unit have been tested in several experiments that consistently report that it is a key measure of instructional effectiveness (Albers & Greer, 1991; Bahadorian, Tam, Greer, & Rousseau, 2006; Diamond, 1992; Emurian, et al; Greer, 1994; Greer, McCorkle, & Williams, 1989; Greer & McDonough, 1999; Hogin, 1996; Ingham & Greer, 1992; Singer & Greer, 1997). Researchers have also reported that greater numbers of learn units presented to learners result in higher numbers of correct responses and higher numbers of objectives mastered (Albers & Greer, 1991; Greer, 2002; Greer, McCorkle, & Williams, 1989; Selinske, Greer, & Lodhi, 1991).

Effective instruction provides an environment in which students receive high numbers of learn units (Goe, Bell, & Little, 2008; Greer & Keohane, 2006; Greer, Keohane, & Healy, 2002). Unfortunately, many teachers do not provide this kind of effective instruction (Greer, 1994). Nevertheless, some students learn to some degree in spite of the paucity of learn unit presentations, while others fail to do so. Moreover, secondary students and college students must learn from lecture presentations where there are few if any learn units (Bahadourian et al., 2006; Keller, 1968), although Bahadourian et al. found that college students learned significantly more when learn units were used. This disparity suggests that some learners come to the table with the prerequisite capabilities to learn, at least to some degree, from instructional presentations that do not meet all of the conditions of learn units. Some evidence suggests that there may be verbal developmental cusps and capabilities that allow students to learn from different types of contact with instructional contingencies, including those missing key components of the learn unit.

Interestingly, according to findings from the Hart and Risley (1995) longitudinal study, typically developing children learn most of their words for things without direct instruction and reinforcement beginning at about three-years of age. They also reported that the frequency of language usage by parents in interactions with their children was a predictor of vocabulary size. This suggests that children learn much of their language incidentally; that is they learn without direct instruction. How do they come to be able to do this?

Research in the effects of environmental experiences on verbal behavior development, including the onset of Naming, have identified several verbal developmental cusps and special cusps that also include the ability to learn by different contact with components of the learn units and the obvious presence of components of the elementary principles of behavior (Greer & Keohane, 2006; Greer & Longano, 2010; Greer & Ross, 2008; Greer & Speckman, 2009). Once certain behavioral developmental milestones, called verbal developmental cusps, have been attained, the learner is able to come into contact with new aspects of their environment and the contingencies of reinforcement and punishment that such contact entails that they could not prior to the attainment of the cusps (Rosales-Ruiz & Baer, 1997). In the latter types of cusps the direct contact with the elementary principles of behavior are still obvious. While most new cusps still require direct contact with contingencies of reinforcement and correction, other

types of verbal developmental cusps result in new learning capabilities in that the learner can learn in ways they could not before (Greer & Keohane, 2006; Greer & Longano, 2010; Greer & Ross, 2008; Hayes, Barnes-Holmes, & Roche, 2001; Horne & Lowe, 1996).

Inquiry into the development of verbal behavior within children's lifespan suggests that effective instruction may need to take into account the cusps and capabilities that students have in repertoire (Greer & Speckman, 2009). This focus is consistent with other educational research that reports strong interactions between children's educational histories and types of instruction (Connor et al., 2009). Building on a program of research in verbal behavior, the verbal developmental theory proposes that assessment of the presence or absence of verbal developmental cusps and capabilities allow a teacher to 1) implement researched based protocols to identify and induce certain missing cusps and capabilities and 2) alter instruction based on the learner's present capabilities.

A behavioral developmental cusp is a behavior change that allows children to come into contact with aspects of their environment that they could not prior to the change: learning to walk or talk for examples (Rosales-Ruiz & Baer, 1997). Once children have a new cusp they come into contact with new components of their environment and, in turn, they contact the consequences made possible by the new behavior. For example, once a child learns to respond to the vowel consonants of others as a listener, they come into contact with new experiences from which they learn still more about their environment. Greer and Speckman (2009) also proposed, in addition, that a *verbal developmental capability* is also a cusp, but takes on an additional attribute. A capability is a type of cusp that also allows the child to learn by new ways of contacting instructional contingencies they could not before such as generalized imitation and observational learning (Greer & Ross, 2008; Greer, Singer-Dudek, & Gautreaux, 2006). In other words, upon the acquisition of a capability, an individual can learn in a way he/she could not before, such as learning from others receiving instruction as in observational learning (Pereira-Delgado & Greer, 2009) or learning new words for stimuli without direct instruction or without observing others being instructed, as is the case in Naming. It follows then that effective instruction may entail changing the way instruction is presented based on the presence, or absence, of the verbal developmental capabilities of learners.

The verbal developmental capability of interest that has been identified and researched is the Naming capability. Naming is the capacity to say the names (or the tact as Skinner proposed in 1957) of objects or stimuli after hearing someone says the word for stimuli that is jointly observed by the observer and the speaker. In addition to learning the tact, they also learn listener responses from the same exposure (Greer & Speckman, 2009; Horne & Lowe, 1996). Moreover, the child with the Naming capability can also learn a response in one repertoire by direct or indirect instruction, either as a speaker response or a listener response, and emit an untaught response without direct instruction. The bi-directionality incorporated in the Naming capability has been characterized as a higher order behavioral relation that once established, extends across responses (Catania, 2007; Hayes et al., 2001; Horne & Lowe, 1996). Once students have the higher order behavioral

relation, or higher order verbal developmental capability, they are able to learn to emit responses not directly taught (Greer & Longano, 2010; Greer & Speckman, 2009). This learned developmental capability allows learning to increase exponentially from incidental exposure to information. Several studies have demonstrated success in inducing the Naming capability using multiple exemplar instruction across speaker and listener for training sets of stimuli (Fiorile & Greer, 2007; Feliciano, 2006; Gilic, 2005; Greer, Stolfi, Chavez-Brown, & Rivera-Valdes, 2005; Greer, Stolfi & Pistoljevic, 2007; Longano, 2008; Reilly-Lawson, 2008; Speckman-Collins, Park, & Greer, 2007). Recent unpublished dissertations have also reported the instantiation of Naming by intensive tact instruction (Pistoljevic, 2008) and stimulus-stimulus pairings (Longano, 2008).

While Naming for 3-dimensional objects appears to be present for typically developing three-year olds from upper middle class families (Gilic, 2005; Hart & Risley, 1995), children from low income families, children who are English language learners, and children with autism may have significant delays in the onset of Naming, particularly the speaker component. Moreover, many children are missing Naming for 2-dimensional stimuli at the onset of their first year in school (Greer & O'Sullivan, 2007). Greer and O'Sullivan found that 48 of 52 first graders were missing Naming for 2-dimensional stimuli at the beginning of first grade. Moreover, children with autism diagnoses, children who were English language learners, and children from low SES homes were still missing Naming for 2-dimensional stimuli (i.e., pictures and symbols) at the end of first grade. Thus, older children with or without native learning disabilities may be missing this capability in early elementary school. This would appear to result in a poor educational prognosis.

The multiple exemplar instruction across speaker and listener responses that instantiated Naming in the majority of studies teaches multiple response topographies to single stimuli in training sets using a response rotation procedure that results in the emergence of incidental learning of novel speaker and listener for novel stimuli without direct instruction (Greer & Longano, 2010; Greer & Ross, 2008; Greer & Speckman, 2009). That is the word and object stimulus relation is taught across both speaker and listener responses in a juxtaposed fashion for training sets of word/objects. A sample instructional set is taught across multiple topographies, so that a student can acquire the capability to learn novel listener and speaker responses to novel stimuli as a result of hearing the word for stimuli as the stimuli are observed. For example, if taught a matching response while hearing the word for the stimulus spoken an individual with Naming can emit the listener response (e.g., if asked to point to the stimulus the child can do so) and speaker response (e.g., the child says the word for the stimulus) without instruction. Children who lack Naming cannot do this and must be taught each word and object relation directly in both listener and speaker functions. Others may acquire the listener half from such experiences but not learn the speaker half. In the latter case they lack the bi-directional relation between the listener and speaker.

Presumably, once a child has Naming, providing instructional presentations in which the child attends to what is being taught and the teacher provides verbal

instruction and a demonstration of the correct response, the child should learn faster than simply providing learn units alone. Typically teachers presume that verbal instruction and demonstration alone are useful for their students. The extant research on Naming has shown the presence or absence of the capability affects incidental learning of language in significant ways. The present study seeks to further test whether or not the onset of the Naming capability allows students to learn more efficiently from teacher provided exemplars prior to receiving response opportunities that include feedback.

## Experiment 1

### Method

#### *Participants and Setting*

Nine participants were selected from a suburban elementary school for grades kindergarten through grade two. Six of the students were selected from a K-2 self-contained classroom (i.e., children with autism diagnoses) and three were selected from a first grade general education classroom. The self-contained classroom utilized the CABAS® (Comprehensive Application to Behavior Analysis to Schooling, [www.cabasschools.org](http://www.cabasschools.org)) model of schooling for special education students based solely on the use of scientific teaching procedures (Greer & Keohane, 2004). The first grade general education classroom utilized the CABAS® Accelerated Independent Learner (AIL) model of education for general education students in which all instruction is also based on scientifically tested procedures.

Five participants were selected because they had Naming, two participants were selected because they had only the listener half of Naming, and two participants were selected because they did not have either the speaker or listener components of Naming in repertoire. The participants' grade, age, diagnosis, existing verbal behavior developmental cusps and capabilities, and classroom performance are summarized in Table 1.

#### *Materials*

The materials included teacher-created worksheets for the curricular objectives (See Table 2), graphs, black pen and data sheets.

#### *Design*

The design of Experiment I was a counterbalanced reversal design across matched pairs of participants. Pre-experimental probes of the curriculum objectives were administered to determine instructional objectives that the participants did not have in repertoire. The nine participants were then matched and paired according to their levels of verbal behavior development and their instructional repertoires. Within each of the 4-pairs, one participant underwent instruction under the

standard learn unit condition first, while the other member of the pair simultaneously underwent the model demonstration learn unit condition first. One group included three students from the K-1 inclusion class; one of these students had full Naming while the other two lacked the capability. The conditions were alternated such that each student in the pair received instruction for repeated sessions under different conditions. The implementation of the intervention was also time-lagged across participants to control for maturation and classroom instructional history. The participants moved through the objectives at their own pace during the intervention, therefore the numbers of curricular objectives rotated across the conditions varied based on the responses of each participant.

Table 2  
*Participants A-F Curriculum Objectives for Experiments 1 and 2*

Description of Objective
Identify the tens and ones using pictures of base ten blocks
Write the place of the underlined digit (ones, tens, hundreds)
Write the value of the underlined digit (ones, tens, hundreds)
Write the number in standard form (ones, tens, hundreds)
Write the number in (ones, tens, hundreds) place
Identify the hundreds, tens and ones using pictures of base ten blocks
Circle the place of the underlined digit (ones, tens, hundreds, thousands)
Write the value of the underlined digit (ones, tens, hundreds, thousands)
Write the place and the value of the underlined digit (ones, tens, hundreds, thousands)
Circle the objects in groups of tens and write the number of tens and ones.

### *Dependent Variable*

The dependent variable was rate of learning measured as the rate of mastery of learning objectives (instructional-trials-to-criteria using trials that met the learn unit criterion). The rate of learning was measured by calculating the numbers of learn units delivered in order for the participants to meet criteria for the operationally defined curriculum-based educational objectives.

For the participants in the self-contained special education classroom (Participants A-F), criterion for mastery was set at either 90% accuracy for two consecutive sessions (blocks of 20-learn unit presentations) or 100% accuracy for any one session. For the participants in the first grade AIL classroom, the criterion for mastery was set at 90% accuracy or higher for one session (with blocks of learn units determined by the curricular material). The difference in the criterion for mastery was based on the participants' prior instructional histories. The ratio of the participants' learn-units-to-criteria were calculated and compared for the standard learn unit (SLU) phases and the model demonstration learn unit (MLU) conditions respectively.

Table 1  
*Description of Participants at Onset of the Experiment 1*

	Grade/ Age/ Diagnosis	Level of VB	Cusps/ Capabilities	Classroom Performance
A	1/6.10/ autism	emergent listener, speaker, reader, emergent writer	Generalized Imitation (GI) Full Naming Observational Learning	Above grade level in textually responding and math. Below grade level in comprehension and writing
B	K/5.8/ autism	Listener, speaker, reader, emergent writer	GI Full Naming	Above grade level in all academic areas
C	K/6.3/ autism	Listener, speaker, reader, emergent writer	GI Listener Half of Naming	On grade level in all areas except below grade level in writing
D	1/7.2/ autism	Listener, speaker, reader, emergent writer	GI Listener Half of Naming	On grade level all academic (below AGE level in all areas)
E	1/6.2/ autism	emergent listener, speaker, reader, emergent writer	GI Full Naming	On grade level in textually responding and math. Below grade level in comprehension and writing
F	K/6.10/ autism	Listener, speaker, reader, writer	GI Full Naming	Above grade level in all academic areas
G	1/ 6/ typically developin g	Listener, speaker, reader, emergent writer	GI Full Naming Observational Learning	On grade level in reading and spelling, below grade level in math
H	1 / 6/ typically develop./ ELL	Listener, speaker	GI	Below grade level in all academic areas
I	1/6/ typically develop	Listener, speaker, reader, emergent writer	GI Listener Half of Naming	On grade level in spelling, below grade level in reading, math

### *Independent Variable*

The independent variable was the model learn unit presentations (MLU) compared with the control condition of standard learn unit conditions (SLU). Curricular objectives were individualized based on the classroom setting of the participants.

For the participants in the self-contained classroom, curricular objectives in mathematics associated with place value were chosen because the students had no prior exposure to these topics. Curricular objectives were alternated across four phases, which involved repeated sessions under SLU conditions and repeated sessions under MLU conditions. We created instructional material or worksheets to teach the curricular objectives as described in Table 2. Multiple exemplars of problems for each objective were created so that each session, including probe sessions, utilized different exemplars of the content of instruction. Each lesson or session in the special education classroom within a condition consisted of blocks of 20-learn unit presentations. Numbers of learn units per lesson or session varied in the first grade class consistent with the curriculum. Criterion for mastery during the intervention was 90% accuracy for two consecutive sessions or 100% accuracy for one session. Criterion for the post probe during the intervention was 90% accuracy. Pre and post intervention probes were administered for each curricular objective to first determine the skill was not in the participant's repertoire, and then to confirm that the participant achieved mastery of the objective. During all probe conditions a worksheet (problems in mathematics) with twenty opportunities to respond in written form was presented to the participant for each objective. The experimenter read the directions aloud to the participants. No reinforcement or corrections were provided during the probe conditions.

### *Standard Learn Unit and Model Demonstration Learn Unit Procedures*

*Standard Learn Unit Presentations.* The procedures followed during the standard learn unit condition was consistent across all participants, regardless of classroom setting. The experimenter read the directions to the participant, and told him/her "Start with number one". The instructions were delivered vocally, based on the objective (See Tables 2 and 3). An example of a direction for an objective was "Circle the place of the underlined digit" or "Make tally marks for the number". The direction, and subsequent response, varied based on the objective. Learn units were delivered after each response opportunity. The experimenter recorded a plus and delivered reinforcement in the form of praise for a correct response. A minus was recorded and a correction was given for an incorrect response. The correction for inaccurate responses consisted of the experimenter saying, "Watch me", and completing the problem while the participant observed. The experimenter completed the problem correctly, taking the student through the steps vocally and in written form. The correction procedure varied based on the objective and the response required. An example of a correction procedure included the experimenter providing the following instructions and demonstrations. "Watch me.

The direction is to circle the place of the underlined digit. The 2 is in the ones place, the 4 is in the tens place and the 5 is in the hundreds place. The 4 is underlined, so I am going to circle the word *tens* because the digit is in the tens place (experimenter circles the word *tens* from a list of *ones, tens, hundreds*)." The participant then repeated the correct response either by circling it, writing the correct answer, or saying the correct answer. No reinforcement was delivered for incorrect responses. These procedures (reinforcements or corrections) were repeated after every response opportunity.

*Model Demonstration Learn Units.* The procedures followed during the model demonstration learn unit condition was consistent across all participants, regardless of classroom setting. The model-demonstration-learn unit condition began with the experimenter modeling the response while the participant observed. A model demonstration consisted of the experimenter modeling the operations for doing the math problems for the participant twice. Thus, in this condition the students were provided with an exemplar of the correct response with the antecedent problem. For example, if the objective was to write the place of the underlined digit, the experimenter modeled identifying the ones, tens and hundreds place two times prior to presenting the worksheet for the participant to complete. After the experimenter modeled a correct response twice, the worksheet was presented and the procedure conducted in the learn unit condition was replicated. The experimenter delivered learn unit feedback after each of the twenty opportunities to respond, and did not model the response again. Reinforcement was delivered for correct responses and a correction procedure was given for an incorrect response. The model demonstration was conducted at the beginning of each session in the MLU condition until the objective was met. One of the worksheet exemplars was used during the model demonstration. A worksheet with novel problems was then used when it was the participant's turn to respond, and the model demonstration worksheet was removed. The single difference between the two procedures was the presentation of the model demonstration presentations for that condition with all other procedures in each condition remained the same.

### *Interobserver Agreement*

For the participants in the self-contained setting (Participants A-F), interscorer agreement (ISA) was obtained for 47% of all sessions conducted with 100% agreement. For the participants in the AIL classroom, interscorer agreement was conducted for 26% of intervention sessions with a mean of 99.4% ISA, ranging from 90 to 100%.

## **Results**

The results of Experiment 1 are shown in Figures 1, 2, and 3. Figures 1 and 2 show the numbers of learn units required for Participants A - F to meet criterion for each curricular objective, under alternating standard and model demonstration



learn unit conditions. Figure 1 shows the numbers of learn units delivered to meet the curricular objectives (learn units-to-criteria) for Participants A, B, E, F, and G. These five participants had the full Naming capability prior to the onset of the study. For Participant A, the mean numbers of standard learn-units-to-criteria was 100, with no range. The mean number of model demonstration learn units-to-criteria was 30, ranging from 20 to 40. For Participant B, the mean number of standard learn-units-to-criteria was 90, ranging from 60 to 120. The mean number of model demonstration learn units-to-criteria was 30, ranging from 20 to 40. For Participant E, the mean number of standard learn units-to-criteria was 90, ranging from 60 to 120. The mean number of model demonstration-learn-units-to-criteria was 40, ranging from 20 to 60. For Participant F, the mean numbers of standard-learn-units to criteria was 80, with no range. The mean numbers of model demonstration learn-units-to-criteria was 60 with no range. For Participant G, the mean number of standard-learn-units to criteria was 46, ranging from 24 to 76. The mean number of model demonstration learn-units-to-criteria was 42, ranging from 10 to 80. The results show that the participant's learn units-to-criteria were lower, overall during the model learn unit conditions. Only one exception occurred with these four participants. Participant E required the same numbers of learn units to meet an objective for a model learn unit condition and a standard learn unit condition. However, the subsequent model demonstration and standard learn unit conditions showed a dramatic difference in learn units-to-criteria as shown in Figure 1. In those subsequent conditions, Participant E required significantly fewer learn units to meet criterion during the model demonstration learn unit condition. The results for Participants A and B showed a clear and dramatic difference in learn units-to-criteria when comparing treatments, while the results were clear, but not as dramatic for Participants E, F, and G.

Figure 2 shows learn-units-to criteria for Participants C and D, the two participants who did not have the full Naming capability. For Participant C, the mean number of standard learn units-to-criteria were 90, ranging from 40 to 140. The mean number of model demonstration learn units-to-criteria was 80, ranging from 40 to 120. For Participant D, the mean number of standard learn units-to-criteria was 50, ranging from 40 to 60. The mean number of model demonstration learn units-to-criteria was 140, ranging from 120-160. The results show that the Participant C's learn units-to-criterion were similar under each of the conditions. Therefore the model demonstration learn unit did not decrease learn units-to-criteria for Participants C. Participant D's results showed that he learned faster during the learn unit conditions than the model learn unit conditions. Thus for these participants, model learn units either resulted in slower acquisition or did not improve the rate of learning.

Figure 3 shows the *mean* learn units-to-criteria for standard and model demonstration learn units for Participants H and I. These participants did not have the Naming capability in repertoire prior to the onset of the study. A mean was used for Participants H, and I, due to the large numbers of objectives presented and achieved during duration of the study. Figure 3 shows the mean learn units-to-

criterion for Participants H and I during the standard learn unit conditions and model demonstration learn unit conditions. For Participant H, the mean number of standard learn units to meet an objective was 45, ranging from 18 to 102. The mean number of model demonstration learn units to meet an objective was 64, ranging from 16 to 99. For Participant I, the mean number of standard learn units to meet an objective was 23, ranging from 7 to 40. The mean number of model demonstration learn units was 39, ranging from 20 to 67. The results showed that the mean learn units-to-criterion was lower during the model demonstration learn unit conditions for both participants. The results showed that there was no major difference between mean learn units-to-criterion between the conditions. Therefore the model-demonstration-learn units did not accelerate rate of learning for these two participants.

The results of Experiment 1 suggest a correlation between accelerated rates of learning during model demonstration learn unit conditions and the presence of the Naming capability for all four of the participants. Experiment 2 was conducted to experimentally test the effect of instantiating Naming, for the children who lacked Naming, on rate of learning under the two learn unit conditions before and after the induction of Naming for two typically developing first graders, one first grader diagnosed with autism, and one kindergartener diagnosed with autism.

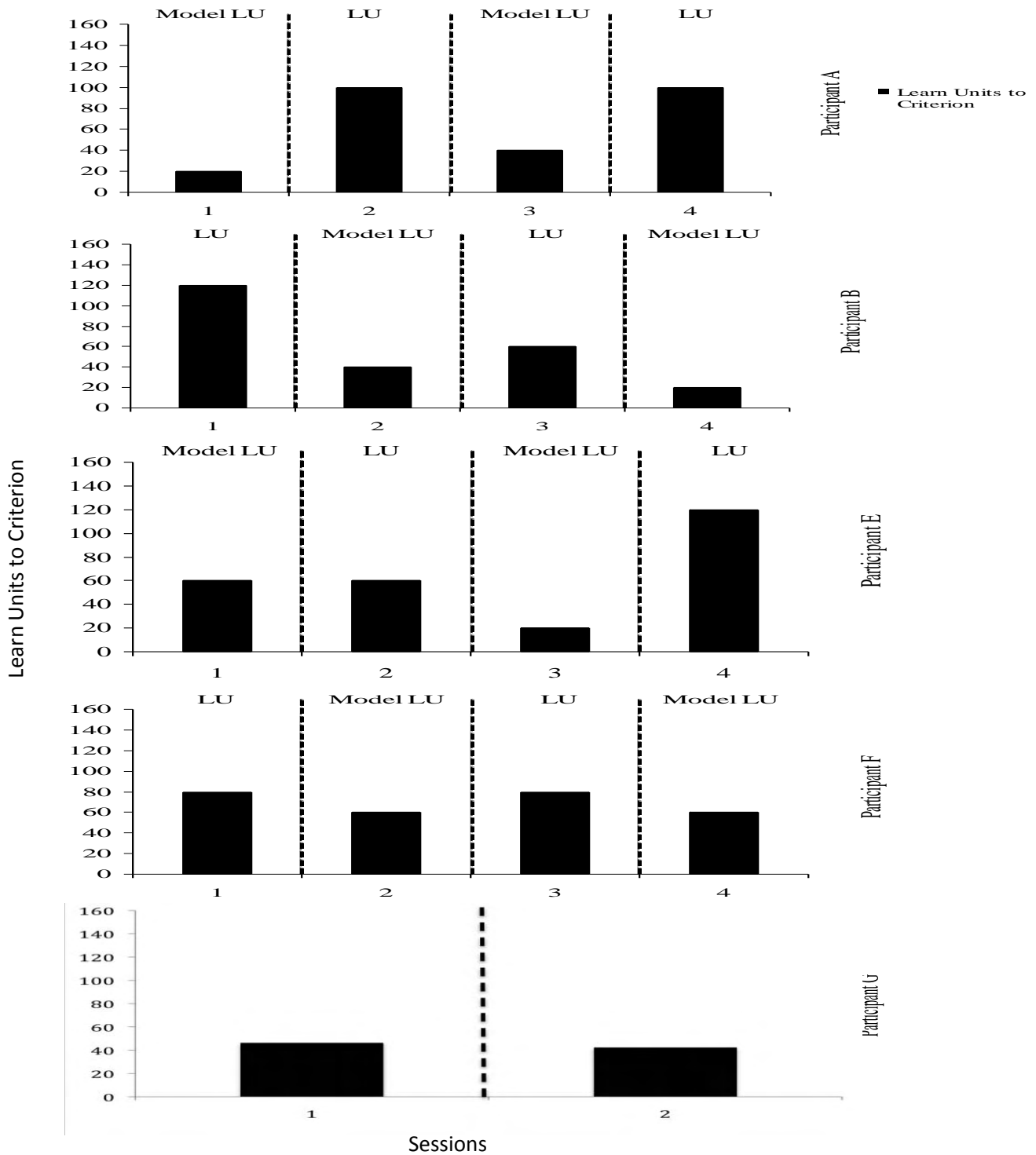


Figure 1. Experiment 1: Learn units to criterion for standard learn unit and model learn unit conditions for Participants with full Naming (A, B, E, F, G).

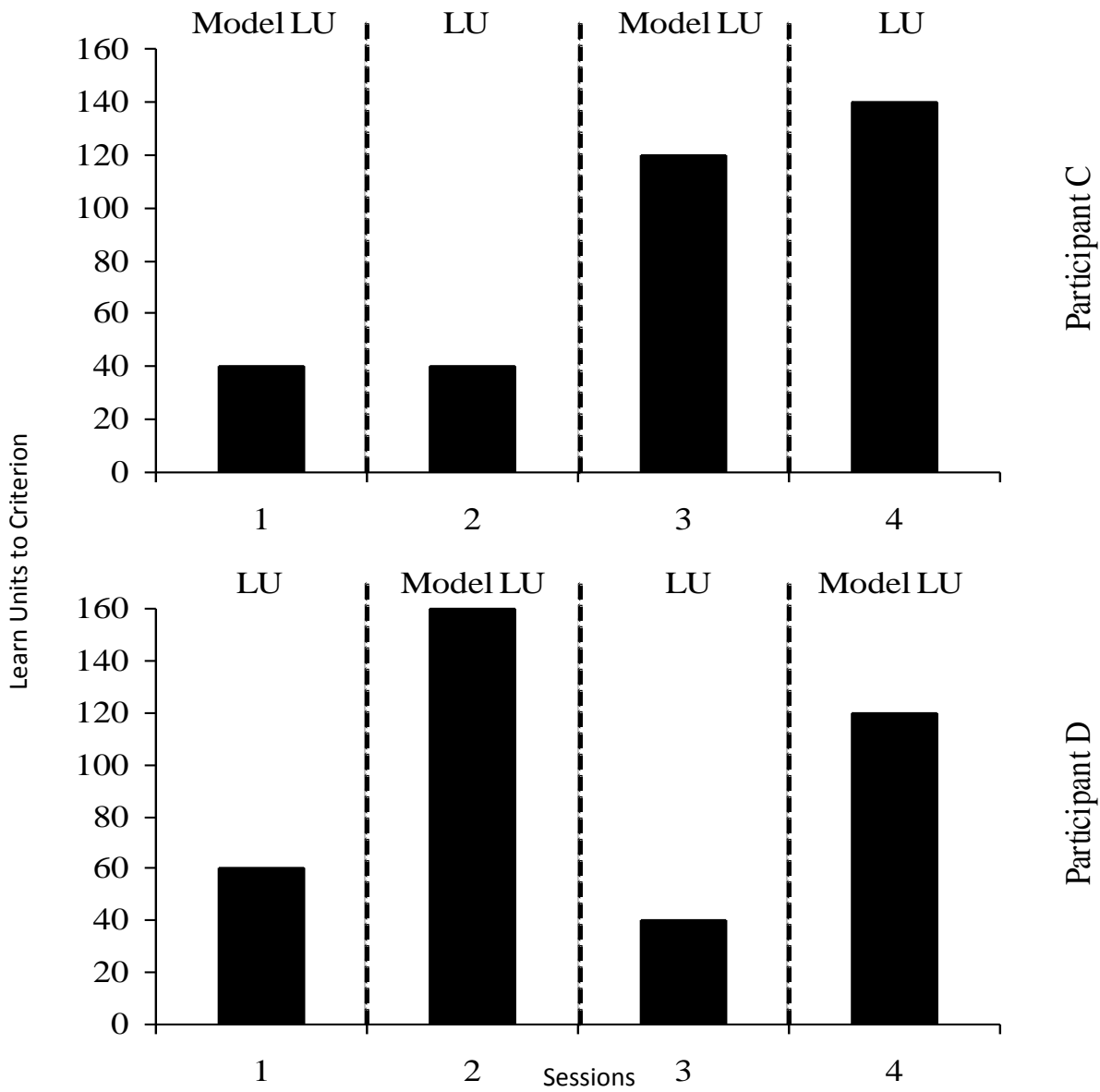


Figure 2. Experiment 1: Learn units to criterion for standard learn unit and model learn unit conditions for Participant without Full Naming (C and D).

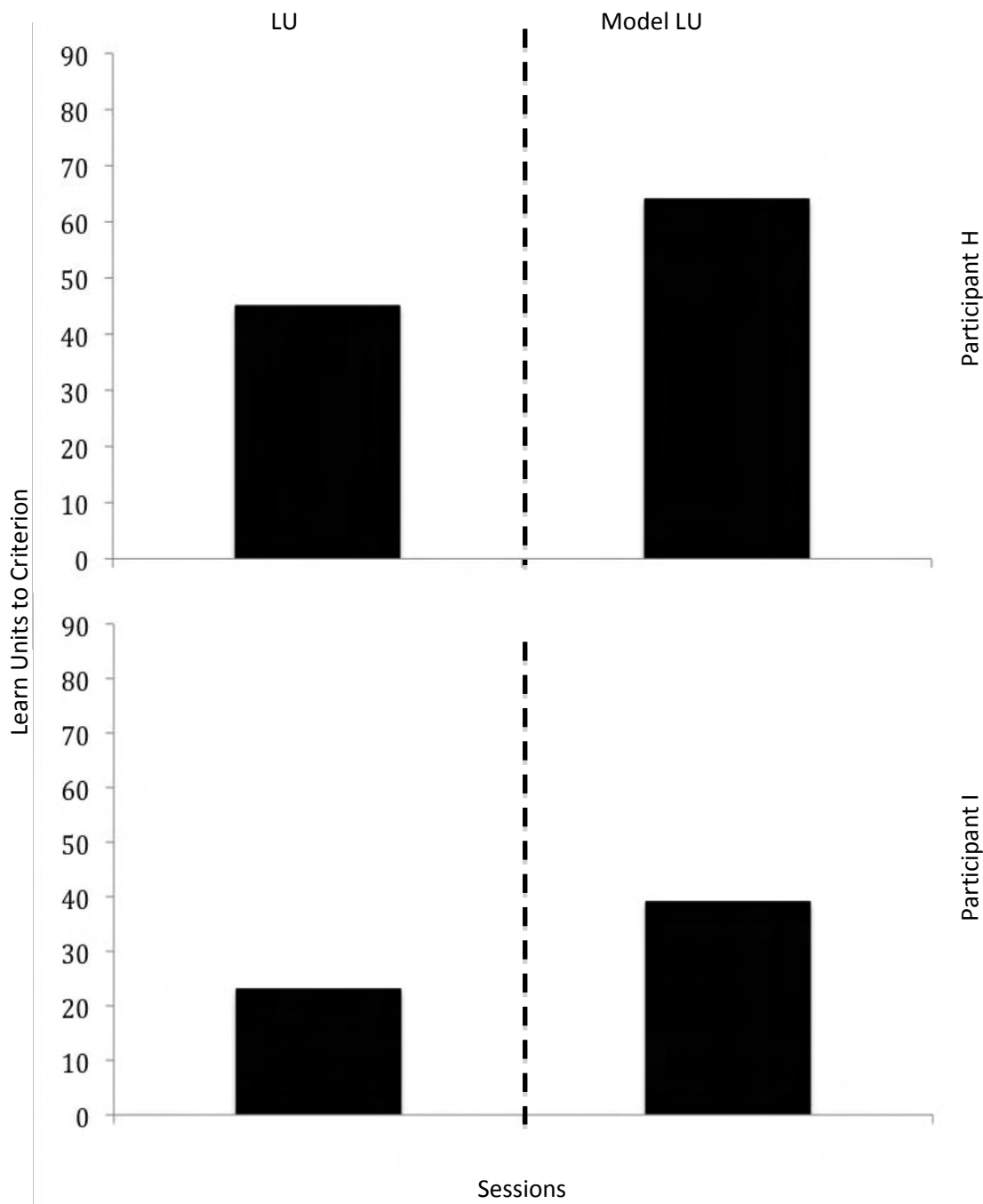


Figure 3. Mean learn units to criterion for direct and model demonstration learn units for participants without Full Naming (H and I).

## Experiment 2

### Method

#### *Participants and Setting*

Participants C, D, H and I, from Experiment 1 were the participants in Experiment 2 who lacked Naming and who did not profit from MLU instruction. The participant's ages, grade levels, diagnoses, levels verbal developmental capabilities (at the onset of Experiment 1), and classroom achievements are shown in Table 1. The settings of the study were the same as in Experiment I based on the participants' assigned classroom.

Table 3

#### *Participants G-I Curriculum Objectives for Experiments 1 and 2*

Description of Objective
Count by 1's and 5's (vocally and transcribing)
Compare numbers 1-10 (tact smaller and larger numbers)
Say numbers that come before/after a given number
Say number that is one more and one less
Make tally marks for a number/give number for tally marks
Count hops on a number line
Compare numbers 1-20
Count by 2's (vocally and transcribing)
Solve simple number stories
Find sums of 10
Write numbers 9 & 10
Order numbers
Find equivalent names for numbers (i.e. in coins, tallies, etc.)
Count on a number grid
Compare quantities
Count nickels and pennies
Create and extend patterns
Distinguish between even and odd numbers
Tell time to the hour
Tell time to the half-hour

#### *Materials*

The materials for Experiment 2 are shown in Tables 2, 3, 4 and 5. Table 1 shows the curriculum objectives used for Participants C and D, and Table 3 shows the curriculum objectives used for Participants H and I. Table 4 shows the sets of stimuli used during the probe and intervention sessions for the induction of Naming

for Participants C and D, and Table 5 shows the stimuli used during the probe and intervention sessions for the induction of Naming for Participants H and I.

Table 4.

*Naming Probe and Intervention Stimuli for Participants C and D*

Set	Type	Stimuli
Initial 2D probe	Contrived	samekh, yodh, qoph, mem, daleth
Initial 3D probe	Contrived	bingham, prickus, cabet, girlock, wiglet
Novel 2D probe 1	Novel set- flowers	azalea, mayflower, dogwood, forget me not, poppy
Novel 2D probe 2	Novel set- contrived	perdy, loplee, kimchow, riggy, follay
3D MEI set	Contrived	cobble, nogzob, keytoe, zeewee, molop
2D MEI set Y	Contrived	nopow, flogun, blapper, truddy, weewam
2D MEI set X	Novel- Greek symbols	lambda, zeta, aleph, omega, sigma
2D MEI set W	Contrived	glippy, mongat, penlug, doknan, alyup
2D MEI set V	Novel set- trees	dogwood, evergreen, maple, willow, birch

Table 5.

*Naming Probe and Intervention Stimuli for Participants H and I*

Set/Type	Stimuli
A/Probe	azalea, dogwood, forget-me-not, mayflower, poppy
Z/MEI	basalt, garnet, marble, mica, quartz
Y/MEI	augite, dolomite, gneiss, pyrite, shale
X/MEI	copper, flourite, mica, opal, topaz
B/Novel Probe	calcite, perlite, ruby, sulfite, thorite
W/MEI	angelfish, clownfish, eel, seacucumber, trout
D/Novel Probe	fennec fox, gar, giant barb, harp seal, howler monkey,
C/ Probe	aleph, lambda, omega, sigma, zeta
V/MEI	basalt, garnet, marble, mica, quartz
D/Novel Probe	Blowfish, prairie dog, salamander, tapir, wildebeast

### *Design*

The first experiment established that these participants who lacked Naming did not benefit from model demonstration learn units. Experiment 2 consisted of two parts. The first part was the induction of Naming. In order for the independent variable to be in place, the participants needed to acquire Naming. This part of the experiment constituted a replication of prior research that had resulted in the induction of Naming. In this stage of the experiment we used a delayed multiple probe design across participants (Horner & Baer, 1978) for the induction of Naming in order to control for maturation and instructional history. Participants C and D were administered a pre-Naming probe at the same time. Participant D began the intervention of multiple exemplar instruction across listener and speaker responses first. Upon meeting criterion on the first set, Participant C received a second pre-Naming probe and began the intervention. The same design procedures occurred for Participants H and I in their respective classroom setting.

Once Naming was induced, we began the second stage of Experiment 2. In the second stage of the study we used a counterbalanced reversal design (alternating phases of MLU and SLU conditions) across matched pairs, as was done in the first experiment. This allowed a comparison of the participant's rate of learning under the two instructional presentations before and after the induction of Naming.

### *Dependent Variable*

The dependent variable for stage 2, the alternating phases of MLU and SLU conditions, was learn-units -to criteria across four novel objectives (See Tables 1 and 2 for lists of objectives). Thus, the dependent variable was the same as in Experiment 1.

### *Procedures for Inducing Naming: Stage 1 of Experiment 2*

The independent variable during the first phase was the instantiation of Naming. To train and test for the presence of Naming, we used two-dimensional and three-dimensional stimuli for Participants C and D, and only two-dimensional stimuli for Participants H and I. The stimuli were probed prior to intervention, and the probes were replicated after the intervention. During the initial probe, the participants were taught the stimuli (See Tables 4 and 5) in the match-to-sample (MTS) response while hearing the experimenter say the "words" for the stimuli until criterion was achieved. Each session consisted of twenty learn units, and criterion was set at 90% for two sessions or 100% for one session. Two pictures were placed in front of the student, and an alternate target exemplar of one of the pictures was handed to the student with the vocal antecedent "Match \_\_\_\_ to \_\_\_\_". A correct response was followed by praise, and an incorrect response was followed by a correction procedure. The correction procedure included the



experimenter providing the correct response, and the participant repeating the correct response. No praise was delivered for an incorrect response, or after the correction procedure consistent with the learn unit procedures. After the MTS responses were taught to mastery as the students heard the word for the stimuli, the probes were conducted in separate blocked sessions for the untaught point or listener response, tact and intraverbal responses (speaker responses), with the same set of stimuli. For the point response, two stimuli were placed in front of the student. The vocal antecedent was delivered, "Point to \_\_\_\_." For the tact response, a stimulus was held in front of the participant with no vocal antecedent. If the students were not attending, the experimenter would say the students' names, or said, "Look" to gain the student's attention. For the intraverbal response, a stimulus was held in front of the participant with the vocal antecedent, "What is this?"

After the participant demonstrated criterion on the post-MEI probe of the initial Naming probe set, a novel set of stimuli were probed. The novel set probe was a replication of the procedures used in the initial probe in which the stimuli were first taught in the match response while hearing the experimenter say the "words" for the stimuli and the student was probed on the untaught point to, tact, and intraverbal responses. Criterion for the emergence of Naming was set at 80% accuracy for one session consistent with prior studies.

After it was again established that the two participants still lacked Naming, we induced Naming using multiple exemplar instruction (MEI) across listener and speaker responses for training sets (i.e., different stimuli). Match, point, tact and intraverbal tact responses were rotated for twenty learn units of each response for a training set, for a total of eighty learn units per session run. Each response was presented in a rotating fashion for each of the five stimuli. Criterion for mastery was set at ninety percent for two consecutive sessions or one hundred percent for one session. Once the participant met criterion, a post-MEI probe was conducted. If the participant did not meet criterion on the post probe (Set at eighty percent accuracy for one session), MEI was repeated with a novel set of stimuli. See Tables 4 and 5 for a list of two and three-dimensional stimuli used during MEI.

For matching, two stimuli were placed in front of the student once he/she was attending to the teacher. Another object, a replication of one of the stimuli on the table, was handed to the student with the vocal statement of the word for the stimuli "Match \_\_\_\_ to \_\_\_\_". A correct response consisted of the student placing the target stimulus on top of the identical stimulus match. A correct match was followed with vocal praise from the experimenter. An incorrect response consisted of the student placing the picture on the non-match, a response of "I do not know", or a lack of response. An incorrect match was followed with a correction procedure, with included the experimenter repeating the vocal antecedent, and placing the picture on top of the correct stimulus, and repeating the vocal antecedent. The student placed the target stimuli on top of the correct stimulus match as a correction. No teacher praise was dispensed for an incorrect response.

For the pointing response (the listener response), two of the stimuli were placed in front of the participant with the vocal antecedent "Point to \_\_\_\_". A correct response consisted of the student pointing to the correct stimulus and an

incorrect response consisted of the student pointing to the inaccurate stimulus, a response of “I don’t know” or a lack of response. Praise was delivered for a correct response and a correction procedure was implemented for an incorrect response. The correction procedure consisted of the experimenter pointing to the correct stimulus and repeating the vocal antecedent and the student pointing to the correct stimuli. No praise was delivered for a correction response.

Pure tact responses consisted of the experimenter holding up one of the stimuli in front of the student. If the student was not attending, his/her name was spoken, or the vocal prompt “Look” was used to get the student to attend to the stimulus. A correct response consisted of the accurate response emitted vocally by the student. An incorrect response consisted of any other vocal response, or a lack of response. Positive reinforcement was delivered for a correct response, and an incorrect response was given the correction procedure described above.

The intraverbal tact responses consisted of the experimenter holding up each stimulus with the vocal antecedent “What is this?” or “What is this called?” A correct response consisted of the accurate response emitted vocally by the student. An incorrect response consisted of any other vocal response, or a lack of response. Positive reinforcement was delivered for a correct response, and an incorrect response was given the correction procedure described above.

Once Naming was induced, the comparison of learning rates under the two different instructional conditions—standard learn units and model-demonstration learn units, was replicated in the same fashion as Experiment I.

### *Interobserver Agreement*

For the first stage, the induction of Naming as the independent variable, interobserver agreement was conducted on 80% of probes with 100% agreement for Participant C and 100% of probes with 99% agreement for Participant D. Interobserver agreement was conducted on 50% of intervention sessions with 100% agreement for Participant C and 70% of intervention sessions with 100% agreement for Participant D.

For the dependent variable or rate of learning, interscorer agreement was conducted for 55% of sessions for Participants C and D with 100% agreement. Interobserver agreement was conducted for 55% of sessions for Participants H and I, with a mean of 99.8%, ranging from 99 to 100%.

## **Results**

*Instantiation of Naming.* The results for Experiment 2 are shown in Figures 5, 6, 7, and 8. Figures 4 and 5 show Participants C and D’s correct responses to point, tact and intraverbal responses on the Naming probes for three and two-dimensional stimuli respectively demonstrating the induction of Naming; hence, the implementation of the independent variable which was the instantiation of Naming. The pre-Naming probes showed that neither participant had Full Naming in

repertoire. The post-MEI probes showed both Participants acquired Full Naming for both 3-D and 2-D stimuli after the intervention of multiple exemplar instruction across listener and speaker responses. Figure 6 shows the pre and post probes for Naming Participants H and I. The figure shows Participants H and I acquired Full Naming as a function of experimenter intervention.

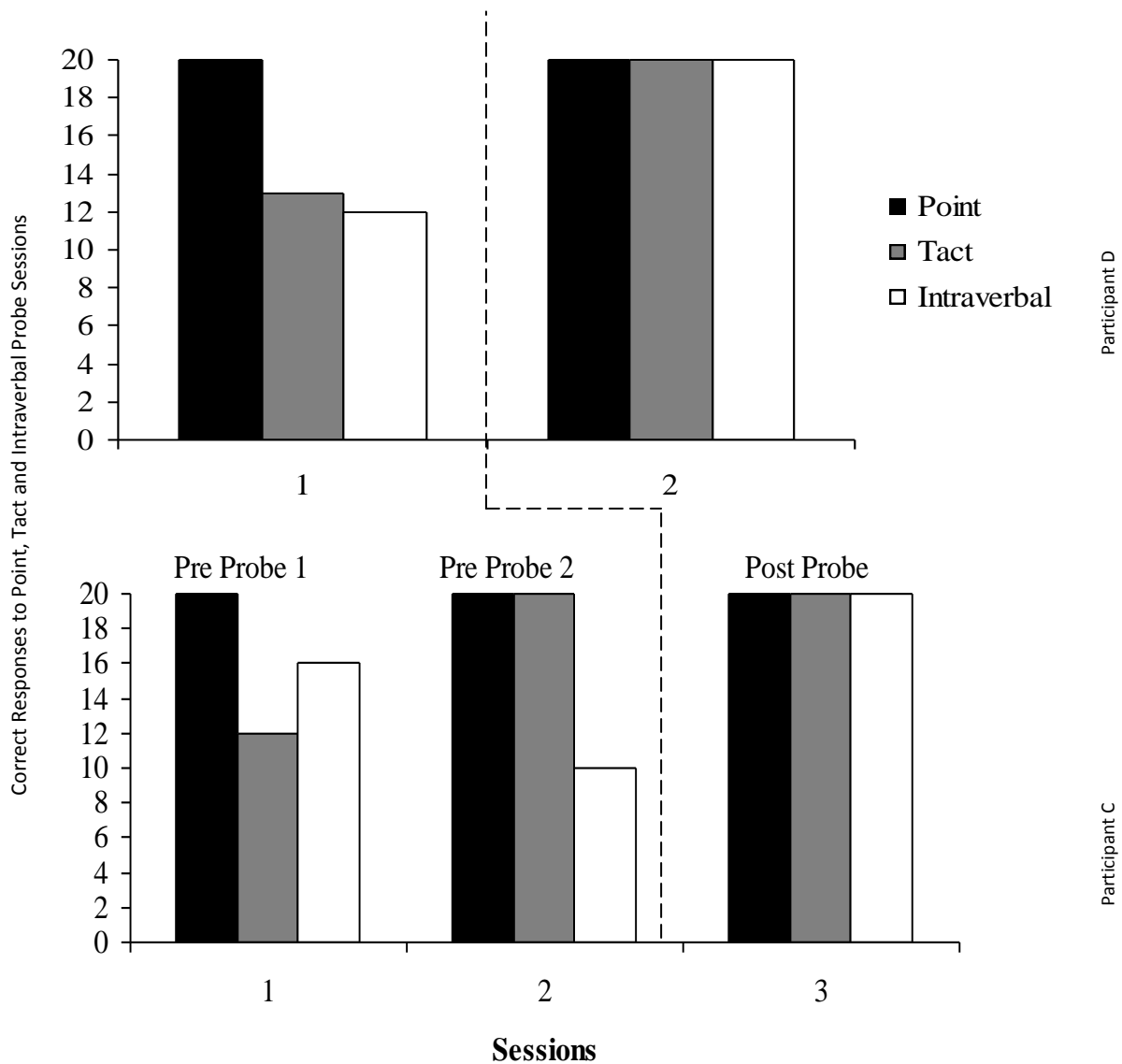


Figure 4. Experiment 2: Correct responses to 3D Naming probes for the point to, tact and intraverbal responses for Participants C and D demonstrating the induction of Naming.

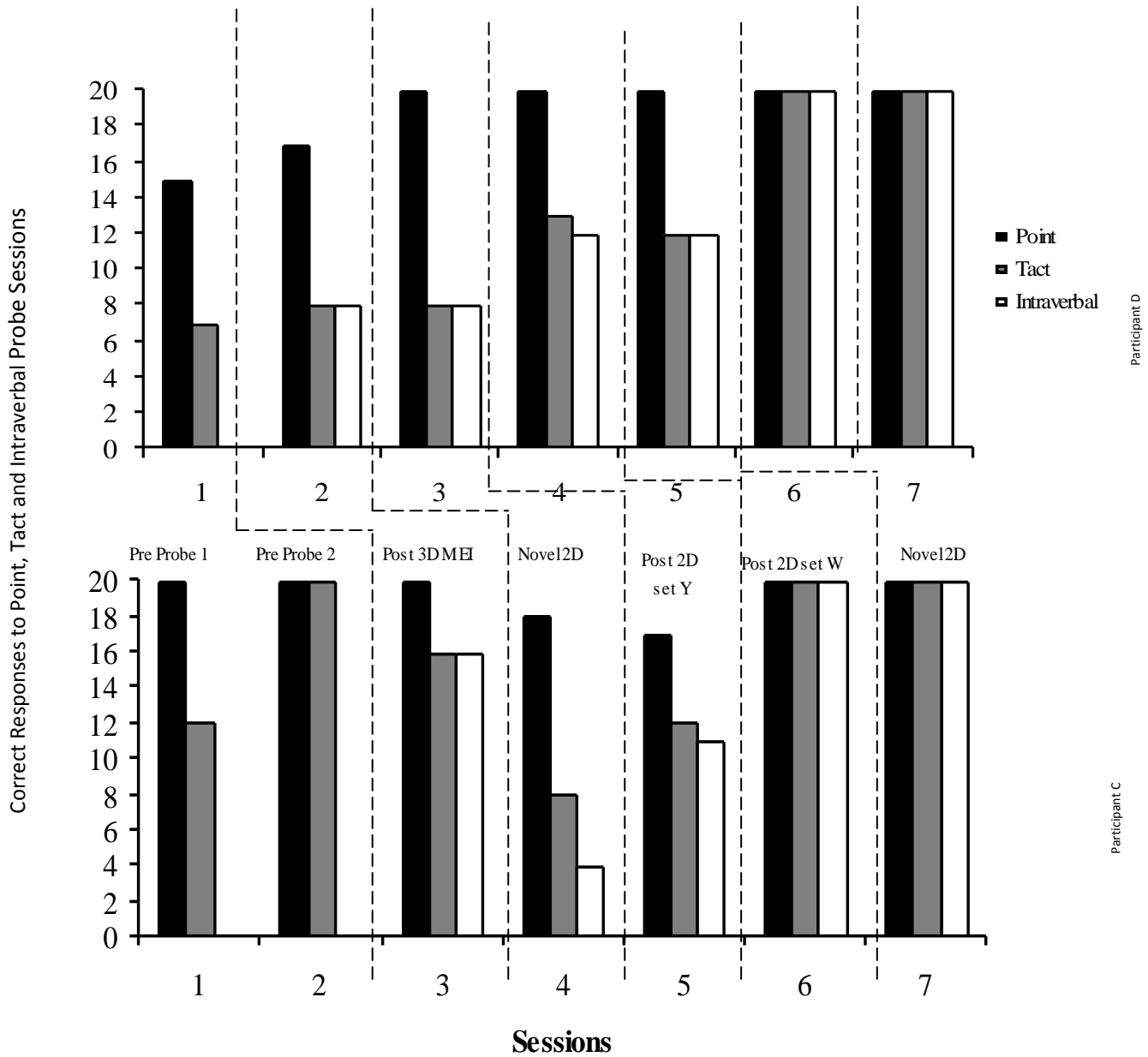


Figure 5. Experiment 2: Correct responses to 2D Naming probes for the point to, tact and intraverbal responses for Participants C and D.

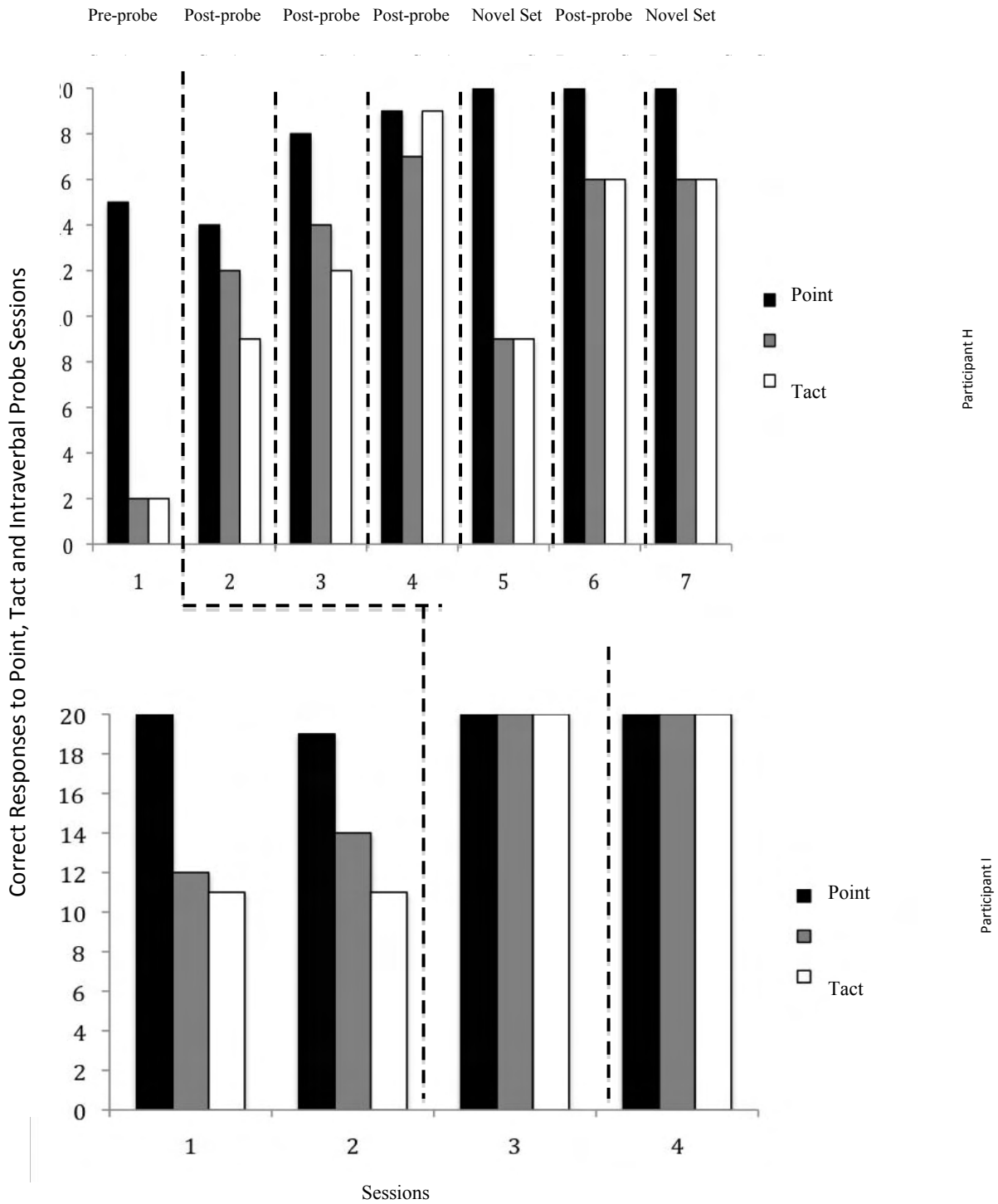
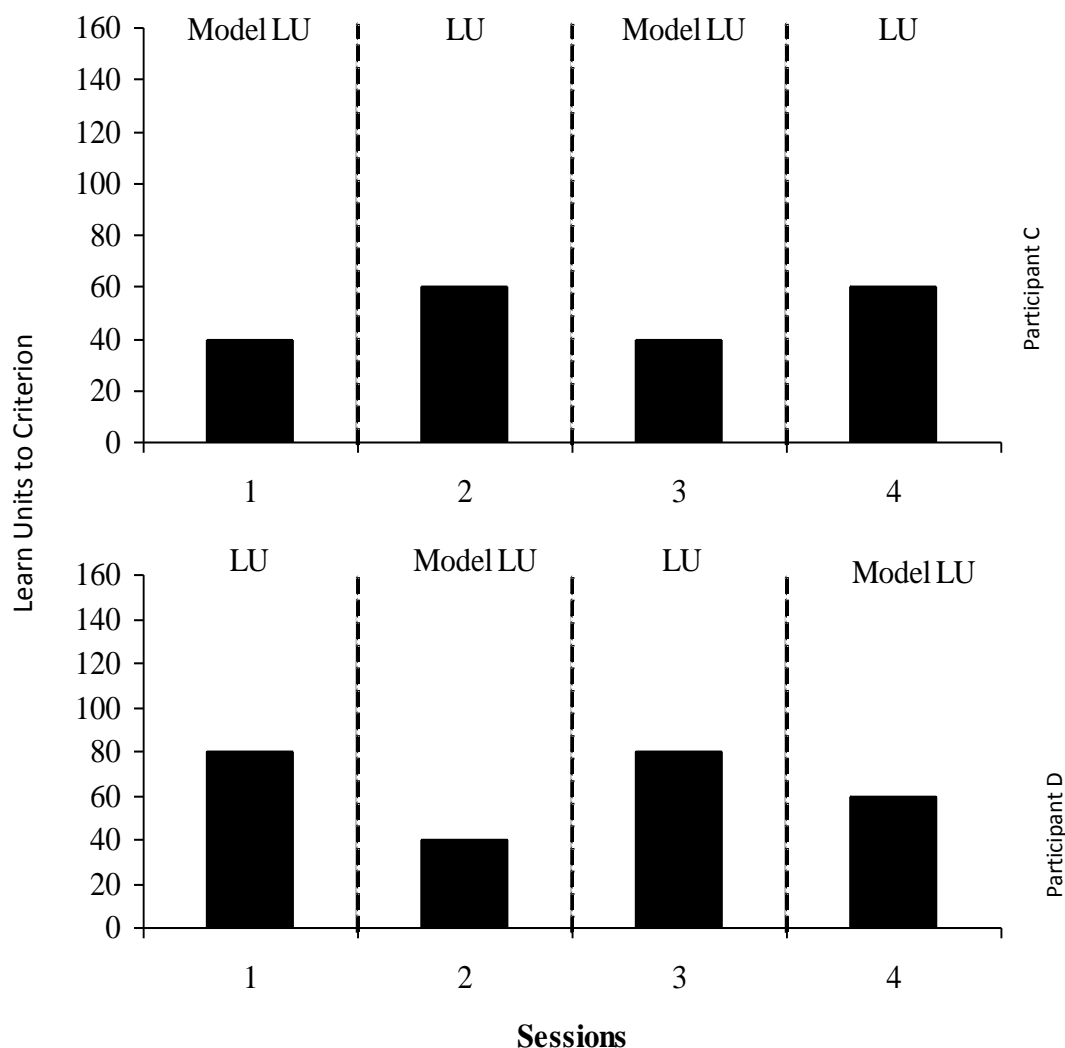


Figure 6. Experiment 2: Correct responses to 2D Naming probes for the point to, tact and intraverbal responses for Participants H and I.

*Effects of Acquisition of Naming on Rate of Learning.* Figure 7 shows Participants C and D's learn units to criterion across standard learn unit and model demonstration learn unit conditions for four novel curricular objectives that was the dependent variable. Figure 7 shows the comparison of the numbers of learn units required for the participants to meet the objective for the two alternating conditions. After the induction of Naming, the mean numbers-of-learn-units –to-criteria for the standard learn unit condition was 60, with no range, for Participant C. The mean numbers of model demonstration learn units-to-criteria was 40, with no range. For Participant D, the mean numbers of standard learn units-to-criteria was 80, with no range. The mean number of model demonstration learn units to criteria was 50, ranging from 40 to 60.



*Figure 7.* Experiment 2: Learn units to criterion for learn unit and model learn unit conditions for Participants C and D after the emergence of Naming.

Figure 8 shows the mean learn units-to-criterion across standard learn unit and model demonstration learn unit conditions for Participants H and I after the induction of Naming. Subsequent to acquiring full Naming, for Participant H, the number of standard learn units required to meet an objective units was 19. The mean number of model demonstration learn units to meet an objective was 17, ranging from 13 to 19. Subsequent to acquiring full Naming, for Participant I, the mean number of standard learn units required to meet an objective was 23, ranging from 8 to 38. The mean number of model demonstration learn units required to meet an objective was 18, ranging from 9 to 23. The results shown in Figures 8 and 9 show that after Naming emerged for Participants C, D, H and I, their learn units to criterion were fewer during model demonstration learn unit conditions than during learn unit conditions. Therefore the participants met the objective faster under the model demonstration learn unit condition. Thus, prior to the induction of Naming as shown in Experiment 1, the participants required more learn units to master curricula under the model demonstration condition than the standard learn unit presentation condition. After Naming was induced, the participant's learning accelerated 2 to 3.8 times faster during the model demonstration learn unit conditions after Naming was induced than they did prior to Naming as shown in Experiment 1, showing that the acquisition of Naming allowed them to learn faster under the model demonstration learn unit condition.

## General Discussion

The results of Experiment 1 showed a correlation between the presentations of model demonstration learn units and acceleration of rate of acquisition of curricular objectives, when the Naming capability was in repertoire, for five participants. Four of the participants were diagnosed with developmental delays while one participant was typically developing.

The results of Experiment 2 showed a functional relationship between the induction of the Naming capability and learning from a model demonstration learn unit. Participants C, D, H and I did not acquire objectives faster in model demonstration learn unit conditions during Experiment 1. After the full Naming emerged for Participants C, D, H and I, all acquired objectives faster during model demonstration learn unit conditions in Experiment 2. The participants learned two to four times faster during the model demonstration learn unit conditions after the acquisition of Naming. In addition, Participants D and I acquired objectives faster regardless of condition after the induction of Naming. This held true for Participants C and H for the model demonstration learn unit condition, but not for the learn unit condition. It is unclear why Participants C and H did not learn faster during the standard learn unit condition after the induction of Naming. Perhaps there are other variables that have not yet been identified and require further research.

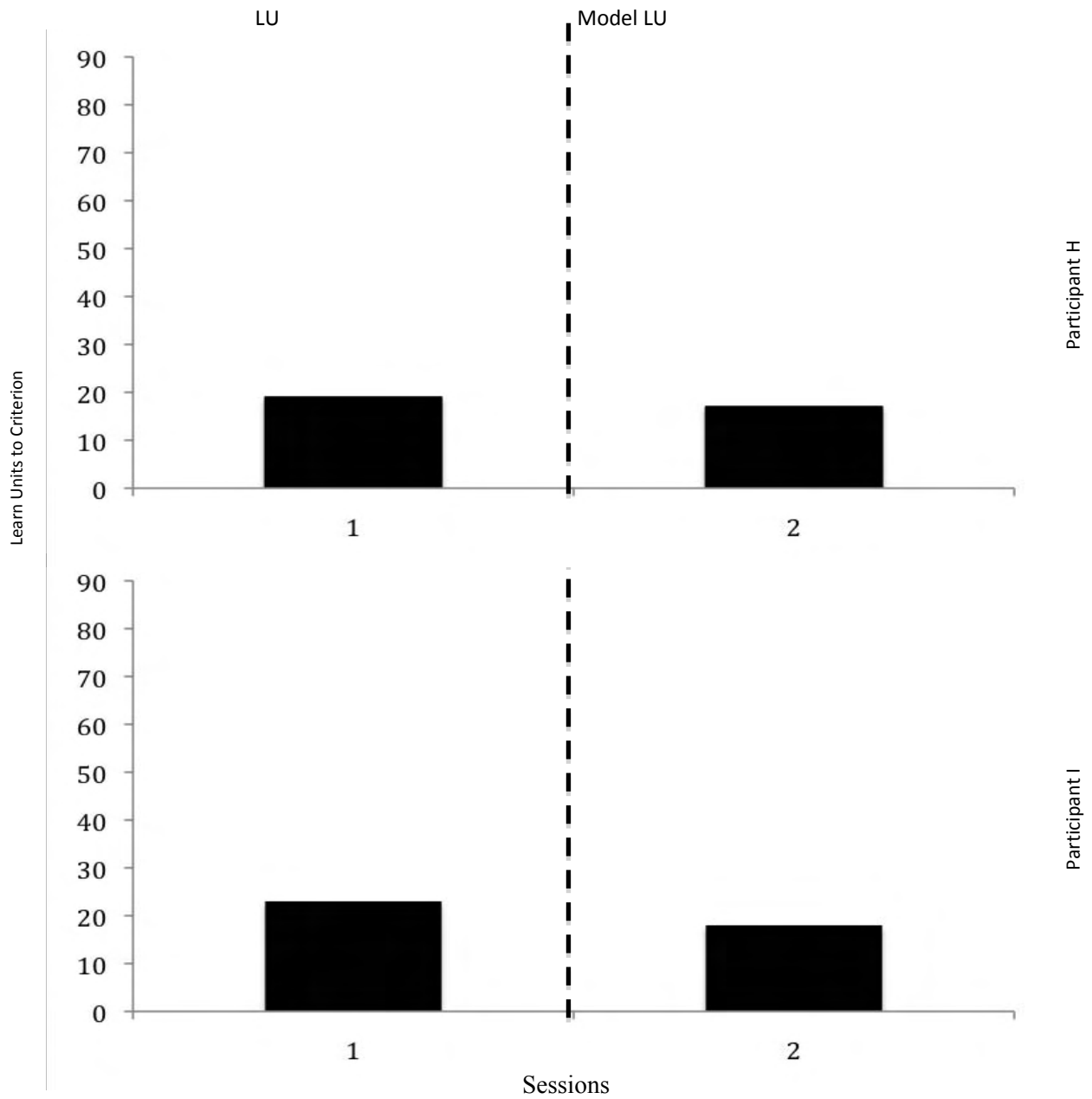


Figure 8. Experiment 2: Learn units to criterion for learn unit and model learn unit conditions for Participants I and J after the emergence of Naming



Some limitations warrant discussion. For Experiments 1 and 2, the number of curricular objectives achieved varied for the students in the K-1 inclusion general education classroom from those in the special education classroom where sessions or lessons were always 20-learn unit blocks. This was due to the differences in standards for mastery for general education students, where the criterion for mastery requires fewer numbers of correct responses. The children in the general education class acquire mastery faster than do those in the special education classroom and require fewer numbers of learn units to achieve mastery. This resulted in a wide range of objectives met (9 to 21) across the four participants from that class. Therefore, they differ from the special education in terms of the numbers of objectives achieved. On the other hand the effects were present even with these differences.

The results of the study also support prior basic and applied research that shows children acquire both the speaker and the listener responses for stimuli from hearing the word for the stimuli as a listener after they acquire the verbal developmental capability of Naming (Fiorile & Greer, 2007; Greer, Stolfi, Chavez-Brown, & Rivera-Valdes, 2005; 2005; Greer, Stolfi, & Pistoljevic, 2007; Helou-Care, 2008; Longano, 2008; Pistoljevic, 2008; Speckman-Collins, Park, & Greer, 2007). In other words, Naming is once again affirmed as a (or the) source for how children come to learn incidentally. This study suggests that the presence of Naming affects how children can be taught. Once Naming is in place, not only can children acquire language incidentally, but also the presence or absence of Naming affects how children can be taught in school settings or for those who lack Naming how they cannot be taught efficiently. Once a child has Naming, providing presentations using a model demonstration learn unit allows a child to learn faster than simply providing a standard learn unit alone. The findings of this study suggest that students, such as those in Experiments 1 and 2, can learn faster via the model demonstration learn unit if they have Naming and they cannot if they do not have Naming. These results suggest that Naming is a critical prerequisite in order for students to benefit from teacher demonstrations prior to instruction. Therefore it is critical to test for, and induce, missing capabilities such as Naming. Interestingly, most teachers provide model demonstrations as part of their presentation of instruction. These data suggest that students without Naming do not profit from this and in some cases such presentations may interfere with learning. In order for such presentations to be effective children appear to require the Naming capability.

The results also raise other issues in the basic science. The data suggest that the types of verbal developmental cusps and capabilities that are in student's repertoires affect learning. These findings identify a particular type of instruction by participant interaction one based on an empirically identified verbal behavior developmental capability. Moreover, the findings support one aspect of the verbal developmental theory (Greer & Speckman, 2009), to wit, Naming affects the way that children learn and can be taught. It is also likely that there are other cusps and capabilities that affect the way in which children learn and can be taught.

## References

- Albers, A., & Greer, R. D. (1991). Is the three-term contingency trial a predictor of effective instruction? *Journal of Behavioral Education, 1*, 337-354.
- Bahadourian, A., Tam, K. Greer, R. D., & Rousseau, M. K. (2006). The effects of learn units on student performance in two college courses. *The Behavior Analyst Today, 246-265*.
- Barnes-Holmes, D., Barnes-Holmes, Y, & Cullinan, V. (1999). Relational frame theory and Skinner's verbal behavior: A possible synthesis. *The Behavior Analyst, 23*, 69-84.
- Catania, A. C. (2007). *Learning* (5<sup>th</sup> ed). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Connor, C. M., Piasta, S. B., Fishman, B., Glasney, S., Shatschnieder, C., Crowe, E., Underwood, P., & Morrison, F. J. (2009). Individualizing student instruction precisely: Effects of child x instruction interactions on first graders' literacy development. *Child Development, 80*, 77-100.
- Diamond, D. (1992). *Beyond time on task: Comparing opportunities to respond and learn units to determine an accurate means of measuring educational gains*. Unpublished paper, Teachers College Columbia University.
- Emurian, H. H., Hu, X., Wang, J., & Durham, D. (2000). Learning JAVA: A programmed instruction approach using applets. *Computers in Human Behavior, 16*, 395-422.
- Feliciano, G. M. (2006). *Multiple exemplar instruction and the listener half of naming in children with limited speaker capabilities*. Ph.D. dissertation, Columbia University, United States, New York. Retrieved November 4, 2007, from *ProQuest Digital Dissertations Database*. (Publication No. AAT3213505).
- Fiorile, C. A., & Greer, R. D. (2007). The induction of naming in children with no echoic-to-tact responses as a function of multiple exemplar instruction. *The Analysis of Verbal Behavior, 23*, 71-88.
- Gilic, L. (2005). *Development of naming in two-year-old children*. Ph.D. dissertation, Columbia University, United States, New York. Retrieved February 17, 2008, from *ProQuest Digital Dissertations Database*. (Publication No. AAT 3188740).
- Goe, L., Bell, C., & Little, O. (2008). *Approaches to evaluating teacher effectiveness: A research synthesis*. Washington DC: National Comprehensive Center for Teacher Quality.
- Greer, R. D. (1994). The measure of a teacher. In I. R. Gardner et al. (Eds.), *Behavior analysis in education: Focus on measurably superior instruction*. Pacific Groves, CA: Brooks/Cole.
- Greer, R. D. (2002). *Designing teaching strategies: An applied behavior analysis systems approach*. San Diego, CA: Elsevier Press.
- Greer, R. D. (2008). The ontogenetic selection of verbal capabilities: Contributions of skinner's verbal behavior theory to a more comprehensive understanding of language. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy, 8*, 363-386.

- Greer, R. D., & Keohane, D. D. (2004). A real science and technology of teaching. In D. J. Moran, & R. W. Malott, (Eds.), *Evidence-Based Educational Methods* (pp. 23-46). New York: Elsevier/Academic Press.
- Greer, R. D., & Keohane, D. D. (2006). The evolution of verbal behavior in children. *Behavioral Development Bulletin*, 1, 31-45.
- Greer, R. D., & Keohane, D. D. (2009). CABAS® contributions to identifying, inducing, and sequencing verbal development. In P. Reed (Ed.), *Behavioral Theories and Interventions for Autism* (pp 235-271). New York: Nova.
- Greer, R. D., Keohane, D. D., & Healy, O., (2002). Quality and applied behavior analysis. *Behavior Analyst Today*, 3, 120-132.
- Greer, R. D., & Longano, J. (2010). Naming a rose: How we may learn to do it. *The Analysis of Verbal Behavior*, 26, 00-00.
- Greer, R. D., McCorkle, N. P., & Williams, G. (1989). A sustained analysis of the behaviors of schooling. *Behavioral Residential Treatment*, 4, 113-141.
- Greer, R. D., & McDonough, S. H. (1999). Is the learn unit a fundamental measure of pedagogy? *The Behavior Analyst*, 22, 5-16.
- Greer, R. D., & O'Sullivan, D. (2007, May). *Preliminary report of Naming for 2-dimensional stimuli in typically developing first graders*. Unpublished Report Columbia University Teachers College. Paper presented at the annual international conference of the Association for Behavior Analysis, San Diego, CA.
- Greer, R. D., & Ross, D. E. (2008). *Verbal behavior analysis: Inducing and expanding new verbal capabilities in children with language delays*. Boston, MA: Pearson Education, Inc.
- Greer, R. D., & Speckman, J. (2009). The integration of speaker and listener responses: A theory of verbal development, *The Psychological Record*, 59, 449-488.
- Greer, R. D., Stolfi, L., Chavez-Brown, M., & Rivera-Valdes, C. (2005). The emergence of the listener to speaker component of naming in children as a function of multiple exemplar instruction. *The Analysis of Verbal Behavior*, 21, 123-134.
- Greer, R. D., Stolfi, L., & Pistoljevic, N. (2007). Emergence of Naming in preschoolers: A comparison of multiple and single exemplar instruction. *European Journal of Behavior Analysis*, 8, 119-131.
- Greer, R. D., Yuan, L., & Gautreaux, G. (2005). Novel dictation and intraverbal responses as a function of multiple exemplar instruction history. *The Analysis of Verbal Behavior*, 21, 99-116.
- Hart, B., & Risley, T. (1995). *Meaningful differences in the everyday experiences of young American children*. Baltimore, Maryland: Paul H. Brookes Publishing Co.
- Hayes, S., Barnes-Holmes, D., & Roche, B. (2001). *Relational frame theory: A Post-Skinnerian account of human language and cognition*. New York: Kluwer/ Academic Plenum.
- Helou-Care, Y. J. (2008). *The effects of the acquisition of naming on reading comprehension with academically delayed middle school students diagnosed with behavior disorders*. Ph.D. Dissertation. Columbia University,

- United States, New York. Retrieved on March 10, 2010, from *ProQuest Digital Dissertations Database* (Publication No. AAT 3317559).
- Hogin, S. (1996). *Essential contingencies in correction procedures for increased learning in the context of the learn unit*. Unpublished Ph.D. dissertation, Columbia University, NY.
- Horne, P. J., Hughes, J. C., & Lowe, C. F. (2006). Naming and categorization in young children IV: Listener behavior training and transfer of function. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 85*, 247-273.
- Horne, P. J., & Lowe, C. F. (1996). On the origins of naming and other symbolic behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 65*, 185-241.
- Horne, P. J., Lowe, C. F., & Randle, V. R. L. (2004). Naming and categorization in young children: II. Listener behavior training. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 81*, 267-288.
- Horner, R. D., & Baer, D. M. (1978). Multiple probe technique: A variation on the multiple baseline. *Journal of Applied Behavior Analysis, 11*, 189-196.
- Ingham, P., & Greer, R. D. (1992). Changes in student and teacher responses in observed and generalized settings as a function of supervisor observations. *Journal of Applied Behavior Analysis, 25*, 153-164.
- Keller, F. S. (1968). Goodbye teacher. *Journal of Applied Behavior Analysis, 1*, 79-89.
- Longano, J. (2008). *The effects of echoic behavior and a second order classical conditioning procedure as a history of reinforcement for emergent Naming*. Columbia University, United States, New York. Retrieved September 17, 2009, from *ProQuest Digital Dissertations Database*. (Publication No. AAT 3317585).
- Miguel, C. F., Petursdottir, A. I., Carr, J. E., & Michael, J. (2008). The role of naming in stimulus categorization by preschool children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 89*, 343-407.
- Pereira-Delgado, J., & Greer, R. D. (2009). The effects of peer monitoring training on the emergence of the capability to learn from observing instruction received by peers. *The Psychological Record, 59*, 407-434.
- Pinker, S. (1999). *Words and rules*. New York: Perennial.
- Pistoljevic, N. (2008). *The effects of multiple exemplar and intensive tact intensive tact instruction on the acquisition of Naming in preschoolers diagnosed with autism and other language delays*. Ph.D. Dissertation. Columbia University, United States, New York. Retrieved on March 10, 2010, from *ProQuest Digital Dissertations Database* (Publication No. AAT 3317598).
- Reilly-Lawson, T. (2008). *Phonemic control as the source of derived relations between Naming and reading and writing*. Columbia University, United States, New York. Retrieved September 17, 2009, from *ProQuest Digital Dissertations database*. (Publication No. AAT 3317602).
- Rothstein, M. B., & Gautreaux, G. G. (2007). The effects of peer-yoked contingency on observational learning and the collateral emergence of naming. *Journal of Early and Intensive Behavioral Interventions, 4*, 453-470.
- Rosales-Ruiz, J., & Baer, D. M. (1997). Behavioral cusps: A developmental and

- pragmatic concept for behavior analysis. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 30, 533–544.
- Selinske, J., Greer, R. D., & Lodhi, S. (1991). A functional analysis of the comprehensive application of behavior analysis to schooling. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 13, 645-654.
- Singer, J., & Greer, R. D. (1997). *A functional analysis of the role of the correction operation in the learn unit*. Paper presented at the annual conference of the International Association for Behavior Analysis, Chicago, IL.
- Singer-Dudek, J., Greer, R. D., & Schmelzkopf, J. (2008). The effects of an observational intervention on the acquisition of reinforcing properties of a previously neutral stimulus. *Journal of Early and Intensive Behavior Intervention*, 5, 23-39.
- Skinner, B. F. (1957). *Verbal behavior*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Skinner, B. F. (1968). *The technology of teaching*. New York: Appleton Century Crofts.
- Speckman-Collins, J., Park, H. L., & Greer, R. D. (2007). Generalized selection based auditory matching and the emergence of the listener component of naming. *Journal of Early and Intensive Behavior Intervention*, 4, 412-429.

## **A Developmental Analysis of Children's Equivalence-class Formation and Disruption**

Carol Pilgrim, Rebecca Click & Mark Galizio<sup>1</sup>  
University of North Carolina Wilmington

### **Abstract**

Developmental differences in children's conditional discrimination learning, equivalence-class formation, and equivalence-class disruption were investigated in two experiments. In Experiment 1, children between 2 and 9 years of age demonstrated age-related differences across a series of preliminary training steps, such that time to acquisition was more variable for younger than for older children on an initial identity matching and category matching task. However, upon completion of the preliminary training, there were no age-related differences in time to acquisition of the two arbitrary conditional discriminations that would serve as the basis for equivalence-class formation, nor were there differences in time to demonstrate stable equivalence classes (Experiment 2). Also in Experiment 2, children between 2 and 14 years of age were exposed to a potential challenge to the demonstrated equivalence classes; the reinforcement contingency for the AC conditional discrimination was reversed (i.e., given A1, A2 or A3, reinforcers were produced by selecting C2, C3, or C1 respectively). While there was little change in performance on reflexivity or BA symmetry tests following the challenge, age-related differences were obtained for CA symmetry and combined tests for equivalence. The older children were more likely to demonstrate an orderly change in equivalence-class membership consistent with the reversal training, while the younger children showed either little change or substantial disruption in their equivalence patterns. These data are considered in relation to more traditional investigations of children's category formation, as well as their implications for the study of equivalence-class formation and flexibility.

*Key words:* Equivalence-class formation, Equivalence-class flexibility, Contingency reversal, Category formation, Children, Mouse click.

## **Un Análisis del Desarrollo de la Formación de Equivalencia de Clases y de su Disrupción por Niños**

### **Resumen**

En dos experimentos se investigaron las diferencias en el desarrollo infantil en el aprendizaje de discriminaciones condicionales, la formación de equivalencia de clases y la disrupción de la equivalencia de clases. En el Experimento 1 se demostraron diferencias relacionadas con la edad en niños entre 2 y 9 años, a través de una serie de pasos preliminares de entrenamiento, de tal manera que el tiempo para la adquisición de la igualación de identidad y en una tarea de categorías fue más variable para los niños más jóvenes que para los niños mayores. Sin embargo, después de completar el entrenamiento preliminar, no hubo diferencias relacionadas con la edad en el tiempo de adquisición de las dos discriminaciones condicionales arbitrarias que servirían como base para la formación de equivalencia de clases, así como tampoco hubo

---

<sup>1</sup> The authors express their most sincere thanks to the many students of the Stimulus Equivalence lab who were essential to the conduct of this work. Address correspondence to Carol Pilgrim, College of Arts and Sciences, 109 Bear Hall, UNC Wilmington, Wilmington, North Carolina 20493 (E-mail: pilgrimc@uncw.edu).

diferencias en el tiempo para mostrar equivalencia de clases (Experimento 2). En el Experimento 2 también se expuso a los niños entre 2 y 14 años a un desafío potencial de las clases de equivalencia formadas, la contingencia de reforzamiento para la discriminación condicional AC se revirtió (i.e., dado A1, A2 o A3, la selección de C2, C3 o C1 produjo reforzamiento, respectivamente). Mientras que la ejecución en la reflexividad o la simetría BA en pruebas de simetría cambió poco después del desafío, se obtuvieron diferencias relacionadas con la edad para la simetría CA y en pruebas combinadas de equivalencia. Los niños mayores mostraron con mayor facilidad un cambio ordenado en la membresía a una clase equivalente consistente en entrenamiento en reversión, mientras que los niños más jóvenes mostraron poco cambio o una disrupción substancial en sus patrones de equivalencia. Estos datos se consideraron en relación con investigaciones más tradicionales sobre la formación de categorías en niños, así como sus implicaciones para el estudio de formación y de flexibilidad de equivalencia de clases.

*Palabras clave:* Formación de clases de equivalencia, Flexibilidad de las clases de equivalencia, Reversión de la contingencia, Formación de categorías, Niños, Clic del mouse.

Developmental differences in children's concepts and categories have frequently been observed in the study of perceptually based categories (e.g., Hayes & Taplin, 1992; Markman, 1989; cf., Osborne & Calhoun, 1998), as well as with respect to the influence of beliefs about the category (e.g., Keil, 1992). In contrast, much less is known about developmental differences involving categories for which members share no perceptual features or correlated attributes (i.e., functional or arbitrary categories). An increasingly important experimental approach to the study of such categories is exemplified in behavior-analytic work on stimulus equivalence (e.g., Sidman, 1994; 2000; Sidman & Tailby, 1982). Over the past several years, this approach has been widely applied to the study of complex cognitive functions in normally developing and developmentally delayed populations (e.g., Galizio, Stewart, & Pilgrim, 2001, 2004; Lipkens, Hayes, & Hayes, 1993; Pilgrim, Jackson, & Galizio, 2000; Wilkinson, Dube, & McIlvane, 1996, 1998; Wilkinson & McIlvane, 2001).

Standard procedures used to study stimulus equivalence begin with arbitrary match-to-sample (MTS) training, where physically dissimilar stimuli are used to establish at least two interrelated conditional discriminations. On each trial, children are presented with one of at least two possible sample stimuli (e.g., A1 or A2), and at least two comparison stimuli (e.g., B1 and B2). Selection of the correct comparison stimulus produces reinforcers, and the comparison designated as correct on any given trial is conditional on the specific sample presented (e.g., comparison B1 would be designated as correct given A1 as a sample, while comparison B2 would be correct given A2). A second conditional discrimination is trained in a similar manner using new comparison stimuli (e.g., comparison C1 would be designated as correct given A1 as a sample, while comparison C2 would be correct given A2).

What has captured the attention of researchers most about such procedures is that after learning these baseline discriminations, both children and adults have reliably shown the emergence of untrained stimulus relations when presented with novel trial types based on mathematical set theory; symmetry, transitivity, and reflexivity (Sidman & Tailby, 1982). Using the training examples given above, a

symmetry test could involve the presentation of say, B1 as sample stimulus, and A1 and A2 as comparisons. Choice of A1 on this trial would reflect stimulus symmetry in that the trained functions of sample and comparison stimuli are reversible. A transitivity test could involve presentation of B1 as a sample stimulus, and C1 and C2 as comparisons. Choice of C1 on this trial would reflect stimulus transitivity in that the sample and comparison stimuli have never been directly related on training trials. Emergent symmetry would also be required on such a trial in that the sample stimulus has never previously functioned in that role; such trials are frequently referred to as “combined tests”. Finally, a reflexivity trial could involve presentation of A1 as sample stimulus, and A1 and A2 as comparisons. Choice of A1 on this trial would reflect stimulus reflexivity in that untrained relations are demonstrated between each stimulus and itself. Thus, after directly training the four relations described above (A1B1, A2B2, A1C1, A2C2), stimuli become related to each other in ways that were never reinforced, and an additional 14 stimulus-control relations emerge (i.e., B1A1, B2A2, C1A1, C2A2, B1C1, B2C2, C1B1, C2B2, A1A1, A2A2, B1B1, B2B2, C1C1, C2C2). The stimuli that become related to each other in this manner are termed equivalence classes (i.e., A1, B1, and C1 as one class; A2, B2, and C2 as another), in that all elements are functionally substitutable within a given context (Sidman, 1994).

Equivalence classes allow for the study of many interesting features of class or category formation in that unfamiliar, physically dissimilar stimuli with which a child has no experience come to function similarly and interchangeably in novel ways. Such classes capture the sort of efficiency that is often held to be a defining feature of categories, if not their primary function, and provide a basis for what is often described as inductive inference, also argued to be criterial for categories (e.g., Markman, 1989).

In addition, the stimulus-equivalence paradigm provides for important methodological rigor in the study of category formation in that the experiences giving rise to these classes and the extent of their exposure can be controlled.

Although demonstrations of equivalence-class formation have proven difficult with non-human animal populations (e.g., Dugdale & Lowe, 1990; Lipkens, Kop, & Matthijs, 1988; Sidman, Rauzin, Lazar, Cunnigham, Tailby & Carrigan, 1982; but note also Kastak, Schusterman & Kastak, 2001; Schusterman & Kastak, 1993), after acquiring the prerequisite baseline conditional discriminations, equivalence classes have been reliably shown in typically developing children (e.g., Barnes, Smeets, & Leader, 1996; Devany, Hayes, & Nelson, 1986; Michael & Bernstein, 1991; Pilgrim, Chambers, & Galizio, 1995; Sidman & Tailby, 1982) and even with developmentally delayed populations (e.g., Carr, Wilkinson, Blackman, & McIlvane, 2000; Sidman, 1994). Although frequently studied in children, developmental analyses of equivalence-class formation are few.

One complicating factor in developmental comparisons of children's equivalence performances lies in the difficulty often associated with acquisition of the baseline conditional discriminations (e.g., Augustson & Dougher, 1991; Gollin, 1966; Gollin & Savoy, 1968; Lipkens et al., 1993; Pilgrim et al., 2000). For example, Lipkens et al. describe acquisition failure with a 12 month-old subject when training procedures involved differential reinforcement only; the same child



showed rapid learning at 16 months when discriminations were taught in a verbal context involving animal names and noises. Other procedures successful with young children have involved modeling, instructions, naming, or other unspecified training aids, thus making developmental comparisons across, or even within, studies difficult.

Further questions about children's equivalence classes involve their stability once formed. Indeed, in addition to the study of category formation, the equivalence paradigm allows for investigation of how categories change. Traditional views of categories hold organization at any given point to be the outcome of two conflicting tendencies; 1) the tendency to modify categories to reflect new experiences, and 2) the tendency to resist change, due to the effort required and the loss of continuity with previous systems (e.g., Markman, 1989; Piaget & Inhelder, 1969). Pilgrim et al. (1995) studied equivalence-class flexibility as a way of approaching category change in children. Children aged 5-7 years learned A1B1, A2B2, A1C1, and A2C2 discriminations, and demonstrated the emergence of two 3-member equivalence classes (i.e., A1B1C1 and A2B2C2). These classes were then challenged by training a reversal of the AC relations. During the class-challenge condition, choosing comparison stimulus C2 (instead of C1) was reinforced when A1 served as sample, while choosing comparison C1 (instead of C2) was reinforced when A2 served as sample. This reversal training might have been expected to bring about a change in equivalence-class organization (i.e., A1B1C2 and A2B2C1), reflected by altered performances on CA symmetry trials (e.g., choosing A2 given a C1 sample) and on BC and CB transitivity/equivalence trials (e.g., choosing C1 given B2 as a sample). However, despite mastering the AB and reversed AC relations, all of the children showed disrupted probe performances that were consistent with neither the originally established classes nor the classes that might have been expected to follow from the reversed baselines. These findings were in marked contrast to the effects of baseline reversals in adults who, for any given probe type, have shown patterns consistent with either the original or the new training relations (Dube, McIlvane, Mackay, & Stoddard, 1987; Garotti, de Souza, de Rose, Molina, Renata, & Gil, 2000; Pilgrim & Galizio, 1990, 1995; Saunders, Saunders, Kirby, & Spradlin, 1988; Spradlin, Cotter, & Baxley, 1973; Spradlin, Saunders, & Saunders, 1992; Wirth & Chase, 2002).

An interesting aspect of the Pilgrim et al. (1995) data was that the youngest children showed the most disrupted probe patterns, and the oldest child showed the most adult-like profile, suggesting a developmental trend in class flexibility. The possibility of such a trend is further supported by data from Micheal and Bernstein (1991), whose young participants (4 and 5 year olds) also showed disrupted probe performances following a conditional discrimination reversal, and by data from Spradlin et al. (1992), who found more adult-like patterns (as described above) in an 8 and a 12 year-old under similar conditions. However, a follow-up study (Saunders, Drake, & Spradlin, 1999) with 3-5 year olds reported that while one subject showed disrupted probe performances, three others showed probe patterns that were predominantly consistent with the reversed baseline relations – a pattern previously observed only in adults, as noted above. Many

methodological differences other than subject age distinguish these studies, including experimenter instructions, training sequence, type of stimuli, stability criteria, duration of exposure to the original training relations prior to reversal, etc. To date, the effects of equivalence-class challenges in children of a range of ages have not been explored by any single laboratory or by any single set of experimental methods, underscoring the need for systematic developmental analyses using standardized procedures. The present study was designed to study the acquisition of conditional discriminations in young children (Experiment 1), the emergence of equivalence classes (Experiment 2), and the flexibility of those classes (Experiment 2) in children from a broader range of ages.

## Experiment 1

### Method

#### *Participants*

All children attending two preschools and two elementary schools were invited to participate via letters and consent forms sent home to parents. Participants were the 97 children whose parents completed permission forms. All children were students in classrooms for typically developing children. Ages ranged from 2 years 1 month to 8 years 9 months; 56 of the participants who began the study were female and 41 were male.

#### *Apparatus*

Experimental stimuli were black-and-white line drawings approximately 1.5 to 2 cm square presented on a white screen background on either a Macintosh Performa or Power PC computer (30 cm diagonal screens), according to specialized MTS programming (Dube, 1991). The sample stimulus always appeared in the center of the screen, and comparison stimuli could appear in any of the corners. Manipulating a mouse moved a cursor on the screen. (Children who had no previous experience with computers were taught to point and click with the mouse using commercial software.) When the cursor was situated on or near a stimulus, clicking on the mouse registered a response. Following a response designated as correct, a brief fanfare sounded during which colored stars transversed the computer screen. Following a response designated as incorrect, a buzzer sound was produced and the screen immediately went blank. All stimulus presentations and data collection occurred automatically.

### *Procedure*

*General Procedure.* Sessions were conducted five days a week, or as often as possible given scheduling conflicts and absences. Each session lasted approximately 15 min and was programmed to include either 24 (when tasks involved one or two comparisons) or 36 (when tasks involved three comparisons) MTS trials. A trial began with the presentation of a sample stimulus in the center of the screen. A response to the sample resulted in the presentation of two or three comparison stimuli in the corners of the screen. A response to one of the comparison stimuli produced the appropriate consequences, and the next trial began following a 1.5s inter-trial interval.

For any given experimental condition, stimulus presentations were arranged such that each sample stimulus appeared an equal number of times in an irregular sequence, and no one sample was presented on more than three consecutive trials. Comparison stimuli appeared an equal number of times in each corner position, each was correct an equal number of times in an irregular sequence, and the correct comparison stimulus was not in the same position for more than three trials. The mastery criterion for each training phase of the study required two consecutive sessions with correct responses on 90% or more of the trials.

At the end of each session, the participants received edible reinforcers of their choosing (e.g., fruit bits, candy), the opportunity to play a commercially available computer game unrelated to the experiment (e.g., Reader Rabbit, Storybook Weaver, Thinking Science), and a sticker. To encourage continued participation, stickers were accumulated and exchanged for age-appropriate prizes (e.g., yo-yos, CDs).

*Initial training sequence.* Given the difficulties noted above in establishing arbitrary conditional discriminations with young children, a standardized three-phase training sequence was used with all participants. In Phase 1, all stimuli were pictures of familiar objects. A response was reinforced if the selected comparison stimulus was physically identical to the sample (e.g., given a heart as the sample stimulus, choosing the heart, but not the fish or the pencil, was reinforced). Phase 2 also involved identity matching, but with unfamiliar, abstract stimuli. In Phase 3, the sample and reinforced comparison stimulus were not physically identical, but rather were members of a common class or category such as animals, vehicles, or body parts (e.g., given a cow as a sample, selecting a pig, but not a truck or a hand, was reinforced).

If a participant failed to meet mastery criterion for a particular phase within 10 sessions and if there was no trend toward acquisition, the training sequence was systematically altered to facilitate learning by simplifying the task. First, the three-choice conditional discrimination task was reduced to a two-comparison and then if necessary, a one-comparison task. When mastery criteria were met on any task, the next-most complex task was reinstated.

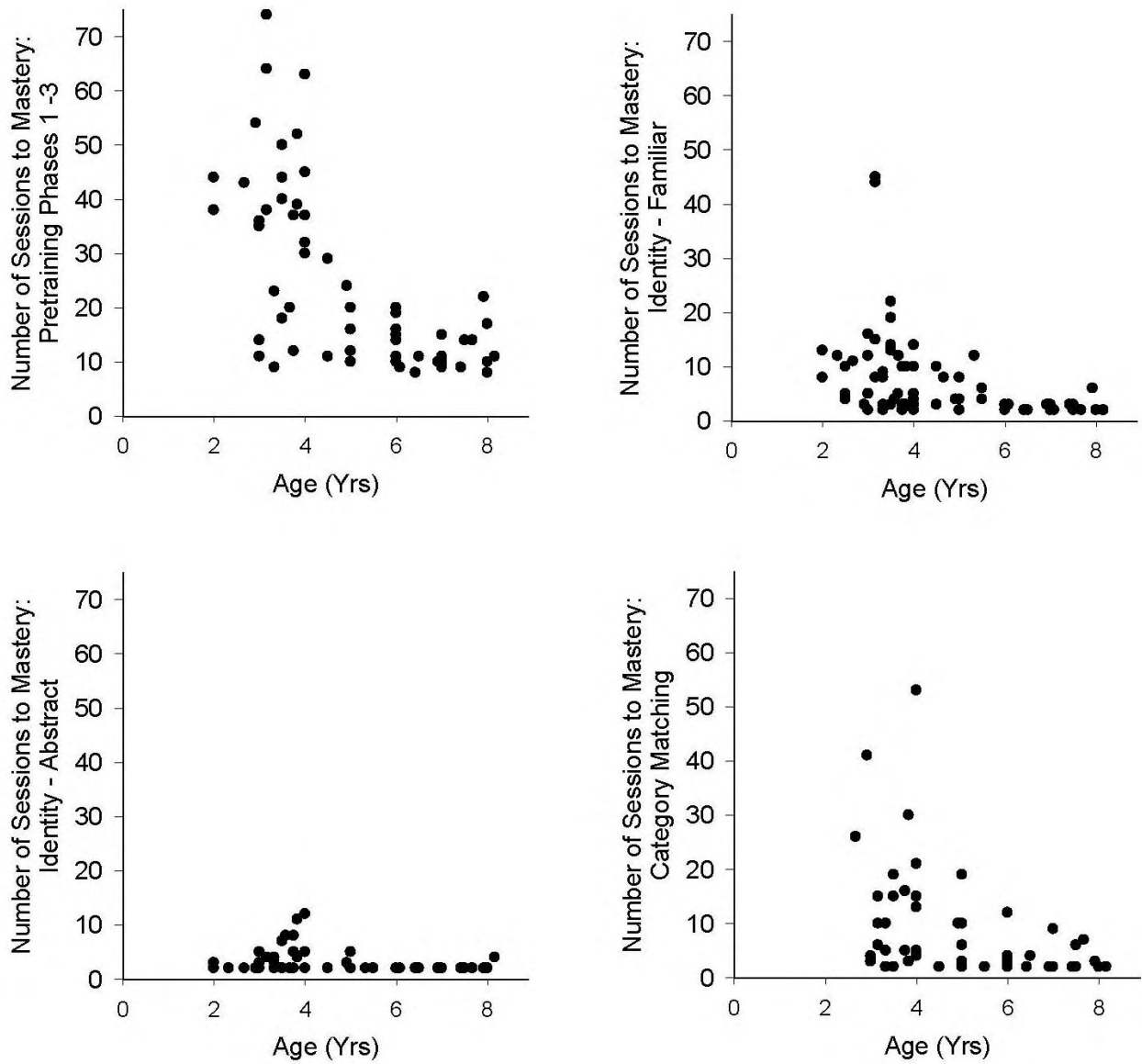
*Arbitrary conditional discrimination training.* In this training phase, all stimuli were abstract black-and-white line drawings. The sample stimulus on each trial was either A1, A2, or A3, and the comparison stimuli were B1, B2, and B3. (These alphanumeric labels were not available to the children.) When A1 was the sample,

the reinforced choice was B1. When A2 or A3 served as sample, the reinforced choices were B2 and B3, respectively. When mastery criteria were met, a second conditional discrimination was introduced and trained in the same manner. Sample stimuli again consisted of A1, A2, or A3, and the comparison stimuli were C1, C2, and C3 (see Figure 1). Choosing C1, C2, or C3 was reinforced in the presence of A1, A2, or A3, respectively. In the final phase of Experiment 1, 12 AB and 12 AC trials were randomly intermixed. The number of sessions to master the AB, the AC, and the mixed discriminations were the dependent measures.

## Results

The upper left panel of Figure 1 shows the total number of sessions to master the three-phase initial training sequence (e.g., identity matching with familiar stimuli, identity matching with abstract stimuli, and category matching) for each child, plotted as a function of age. Each data point represents performance of an individual child. There were children at every age who met the mastery criteria in the minimum number of sessions (6); however, there was much greater variability in the number of sessions required to meet mastery among the younger children. This resulted in a strong negative correlation,  $r(65) = .665$ ,  $p < .0001$ , between age and the number of sessions required to master the initial training sequence. To determine the source of this developmental effect, Figure 1 also presents data for each of the three phases independently. The top right panel presents data from the initial phase, which involved identity matching with familiar stimuli. Most children mastered this task with little difficulty, but again, there was a significant negative correlation between age and sessions to mastery  $r(95) = .46$ ,  $p < .0001$ . Much of the variance was accounted for by the performances of the very youngest children (2-4 years of age). The lower left panel presents data for the identity-matching task involving abstract stimuli. What is striking here is the rapid mastery of this task by most children. It would appear that the match-to-sample performances acquired in the initial phase generalized to the novel, abstract stimuli in most cases. While some younger children made this transition less smoothly, there was not a strong relation between age and mastery  $r(80) = .27$ ,  $p = .015$ . However, the developmental trend reappeared when the category task was introduced  $r(66) = .47$ ,  $p < .0001$ .

Figure 2 shows the number of sessions required to master the initial AB (top panel) and a second, AC (bottom panel), arbitrary conditional discrimination for each child. Of particular interest for both measures is the absence of a relation between age and sessions to mastery (for AB mastery,  $r(63) = 0.15$ ,  $p = .24$ ; for AC mastery,  $r(51) = 0.08$ ,  $p = .59$ ). Most children acquired the conditional discriminations within a few sessions of the minimum number of sessions required by the mastery criteria. There were several outliers for each discrimination-training phase, but these were found across a range of ages. T-tests revealed no difference in the number of sessions to mastery for the AB (mean = 6.09 sessions) and AC (mean = 6.67 sessions) conditional discriminations  $t(48) = .65$ ,  $p > .05$ .



*Figure 1.* Number of sessions required to meet mastery criterion for preliminary training phases 1 – 3, collectively (top, left panel) and individually (top, right panel for identity matching with familiar pictures; bottom, left panel for identity matching with abstract line drawings; bottom, right panel for category matching) as a function of age. Each data point represents the number of sessions required by an individual child.

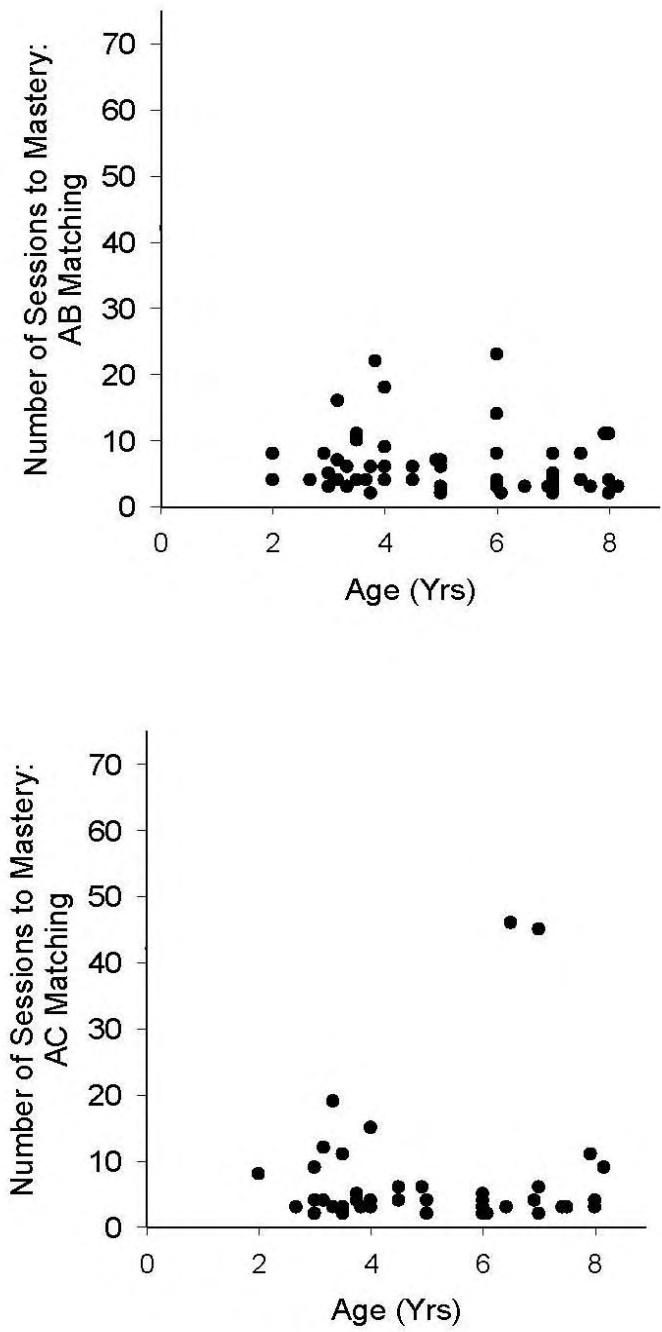


Figure 2. Number of sessions required to meet mastery criterion for AB (top panel) and AC (bottom panel) conditional discrimination training as a function of age. Each data point represents the number of sessions required by an individual child.

## Discussion

The data of Experiment 1 are interesting to consider in light of the frequently reported finding that arbitrary conditional discrimination acquisition can be problematic for young children (e.g., Augustson & Dougher, 1991; Gollin, 1966; Gollin & Savoy, 1968; Lipkens et al., 1993; Pilgrim et al., 2000). Here, developmental differences were clear for mastery of the initial training sequence, but not for the arbitrary relations. Older children tended to show rapid mastery of all three phases of the initial training sequence. In contrast, there was far greater variability in the number of sessions required for the younger children to master the identity-matching task with familiar stimuli in Phase 1. These results replicate findings from previous developmental studies of matching to sample (e.g., Kraynak & Raskin, 1971), and expand the age-range compared. Of interest was that even children who had difficulty with the Phase 1 problems, showed rapid mastery in Phase 2, identity matching of abstract shapes. Thus, it appeared that Phase 1 training resulted in generalized matching to sample across all ages. However, when this perceptually based matching task was shifted to the Phase 3 category matching, in which correct selections could not be based on physical identity, the developmental differences reappeared; young children were again much more variable with respect to the number of sessions to mastery. However, after the categorical match-to-sample task was mastered, arbitrary matching (AB and AC) was acquired at a comparable rate across ages. It might be argued that the age differences in Phase 3 were related to the fact that accurate matching could no longer be based on perceptual similarities alone. While shared physical features may have been important in the pre-experimental acquisition of these categories, accurate matching in Phase 3 would also seem to require relations among features that were not perceptually based. Control by non-physical relations in Phase 3 seemed to facilitate acquisition of the purely arbitrary AB and AC relations. Thus, the training sequence appeared to shape, in successive steps, control by increasingly arbitrary stimulus relations, and might be usefully considered in the context of learning set (e.g., Harlow, 1949) and other generalized learning phenomena (e.g., higher-order operants like generalized imitation; Catania, 1998; Baer, Peterson, & Sherman, 1967; Pilgrim & Galizio, 1996).

A point to note is that not all children completed the experiment, and the total number of children included in the analysis for each phase drops from the pre-training steps to the AB and AC training. In an experiment of this sort that requires extended testing, attrition due to a number of factors is common. In the present study, attrition was due exclusively to children leaving the preschool or after-school program that served as the study site. Despite these losses, each age-level was well represented at each phase in the present study. An important feature of our training sequence is that it permitted even very young children to acquire the arbitrary matching task in a number of sessions comparable to that required by the older children. Control over exposure to these prerequisites made possible a developmental analysis of the emergence and flexibility of equivalence performances following acquisition of the baseline conditional discriminations.

Experiment 2 examined these variables and, based on previous data from this laboratory (Pilgrim & Galizio, 1990; 1995; Pilgrim, Chambers, & Galizio, 1995), included older children in order to capture the full range of developmental differences. Following their AB and AC baseline acquisition, the children in Experiment 2 were tested for the emergence of equivalence classes (i.e., A1B1C1, A2B2C2, and A3B3C3), exposed to an AC class challenge (i.e., A1C2, A2C3, and A3C1), and then re-tested for the emergence of modified classes (i.e., A1B1C2, A2B2C3, and A3B3C1). Evidence for such modification would come from altered patterns on CA-symmetry and transitivity/equivalence probe trials, but not on BA-symmetry or reflexivity trials. Any evidence of altered patterns on these latter trial-types would be indicative of a more general disruption (Pilgrim et al., 1995).

## Experiment 2

### Method

#### *Participants*

Twenty-two children from Experiment 1 were available for sufficient time to complete the remaining phases of the study. Ages ranged from 2 years, 9 months to 8 years, 7 months; 14 were female and eight were male. An additional 10 older children (ages 9 years to 13 years 3 months) were tested at a local elementary school and a local middle school in Experiment 2. Five were female and five were male.

#### Apparatus

The apparatus was the same as for Experiment 1.

#### Procedure

The general procedures were the same as in Experiment 1 with exceptions critical to each phase described below.

*Equivalence Testing.* The new participants completed exactly the same sequence of training steps described for Experiment 1 up through the mixed AB/AC training phase. The children from Experiment 1 moved from mastery of the mixed training phase immediately to Experiment 2. The first new phase of Experiment 2 continued the mixed discrimination training with reduced reinforcer density, such that 75% and then 50% of the trials included programmed reinforcers, and mastery was required with each reduction. These steps were designed to prepare the children for equivalence-test trials on which no reinforcers



were available. No instructions were given regarding no-reinforcement trials. If questions were raised, the child was reassured that the equipment was functioning properly and encouraged to continue.

After demonstrating mastery of the mixed AB and AC conditional discriminations with reinforcers available on 50% of the trials, each subsequent session included one of the following probe-trial types; either symmetry, reflexivity, or combined tests for transitivity and symmetry (hereafter, combined tests). Probe trials, for which reinforcers were never available, were unsystematically intermixed with AB and AC trials, for which reinforcers were intermittently available, such that the overall reinforcer density for the session was maintained at approximately 50%. The symmetry and combined test sessions included six probe trials (B1:A1A2A3; B2:A1A2A3; B3:A1A2A3; C1:A1A2A3; C2:A1A2A3; and C3:A1A2A3 for symmetry and B1:C1C2C3; B2:C1C2C3; B3:C1C2C3; C1:B1B2B3; C2:B1B2B3; C3:B1B2B3 for combined tests, where the first stimulus indicates the sample and the next three, the comparisons) randomly intermixed with 18 AB and AC trials. No two probe trials were presented in succession. The reflexivity sessions included nine probe trials (A1:A1A2A3; A2:A1A2A3; A3:A1A2A3; B1:B1B2B3; B2:B1B2B3; B3:B1B2B3; C1:C1C2C3; C2:C1C2C3; C3:C1C2C3) intermixed with 27 AB and AC trials. A cycle of three sessions included symmetry, reflexivity, and combined tests, in that order. The principal dependent measure was the percentage of trials in each session on which the selected comparison was consistent with the equivalence classes that would be expected to follow from the training contingencies (e.g., on a symmetry trial, comparison A1 would be selected given a B1 sample). This testing cycle was repeated until performance on all trial types met a six-session stability criterion where the difference between the mean percentage on the first three and the second three sessions did not exceed the grand mean by more than 10%.

*Equivalence-class Challenge.* Upon completion of equivalence testing, a class challenge was arranged by altering the reinforcement contingencies for the AC baseline conditional discrimination. Each session included 36 AC trials. When stimulus A1 was presented as sample, selection of comparison C2, rather than C1, was reinforced. Similarly, in the presence of sample A2, choosing C3 was reinforced, and in the presence of sample A3, choosing C1 was reinforced. When AC performances met mastery criteria, 18 AB and 18 AC trials were intermixed. Reinforcement contingencies for AB performances were unchanged from the original training. Reinforcement density was reduced in successive steps to 75% and then to 50%. When mastery criteria were met for each of these steps, equivalence probe trials were re-introduced. Session composition during equivalence testing was exactly the same as during the original equivalence-testing phase.

*Return to Baseline.* When stability criteria were met and availability allowed, the original reinforcement contingencies for the AC conditional discrimination were re-instated (i.e., in the presence of sample A1, A2, or A3, reinforcers followed choice of comparison stimulus C1, C2, or C3, respectively). The same training steps used in the class-challenge phase were followed (i.e., AC trials only, intermixed AB and AC trials, reinforcer reductions, and equivalence testing).

## Results

The ten children new to the study rapidly mastered the AB and AC conditional discriminations, and all of the children progressed quickly through the mixed discrimination training with reduced reinforcer density. All children, regardless of age, also showed strong and stable evidence of equivalence as defined by high percentages of class-consistent responding on reflexivity, symmetry, and combined tests (symmetry and transitivity). The upper panel of Figure 3 examines equivalence performances more closely by presenting the number of sessions required to meet the stability criteria. Some children showed evidence of delayed emergence in their equivalence performances (see Sidman, 1994), but there were children at all ages who met stability criteria in the minimum number of sessions (18). As Figure 3 shows, there was more variability in the number of sessions required by children 8 years old and younger, but the overall correlation between age and sessions to stability was not significant  $r(30) = 0.059$ ,  $p = .75$ .

The lower panel of Figure 3 presents the number of sessions required to meet mastery criteria when the AC contingencies were altered. Most children acquired the altered conditional discrimination rapidly, and the variability accounted for by age was not significant  $r(23) = 0.37$ ,  $p = .08$ . Similarly, all children quickly mastered the mixed AB/AC training and the reduced reinforcement phases.

Figure 4 presents performances for each child on probe trials testing for each of the properties of equivalence following the AC class challenge. The data are expressed as percent change from the stable pre-class challenge performances (that is, the difference between the means for the final 6 sessions of the pre- and post-class challenge probe conditions). There was little evidence of change in either reflexivity or BA-symmetry performances for children at any age (see top panels of Figure 4; for the relation between reflexivity performances and age,  $r(23) = 0.03$ ,  $p = .88$ ; for BA symmetry patterns,  $r(23) = 0.20$ ,  $p = .39$ ). In contrast, performances on CA-symmetry (see bottom, left panel) and transitivity/equivalence trials (see bottom, right panel) showed much more change, at least among the older children. In both cases, there was a strong positive correlation between age and percent change from baseline (for CA symmetry,  $r(23) = 0.53$ ,  $p = .014$ ; for transitivity/equivalence,  $r(23) = 0.58$ ,  $p = .001$ ). In general, children 10 and above approached 100% change on both measures; for example, on CA-symmetry trials with C1 as sample, comparison A3 was chosen almost exclusively, while A1 was chosen given C2 as sample, and A2 was chosen given C3 as sample. Similar changes occurred on the BC and CB transitivity/equivalence trials which are presented together in Figure 4. In short, the older children tended to demonstrate new classes following the AC challenge, as evidenced by emergent probe patterns that were consistent with the new contingency.

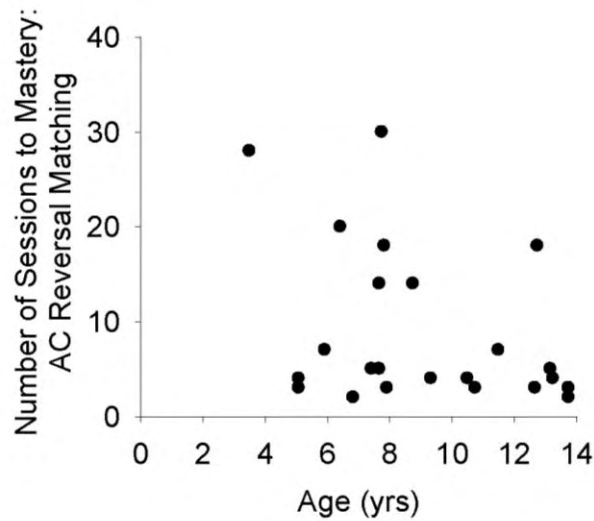
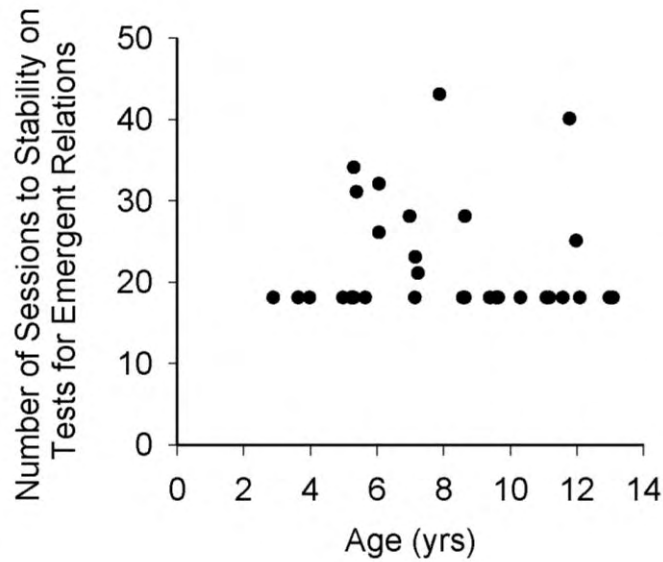
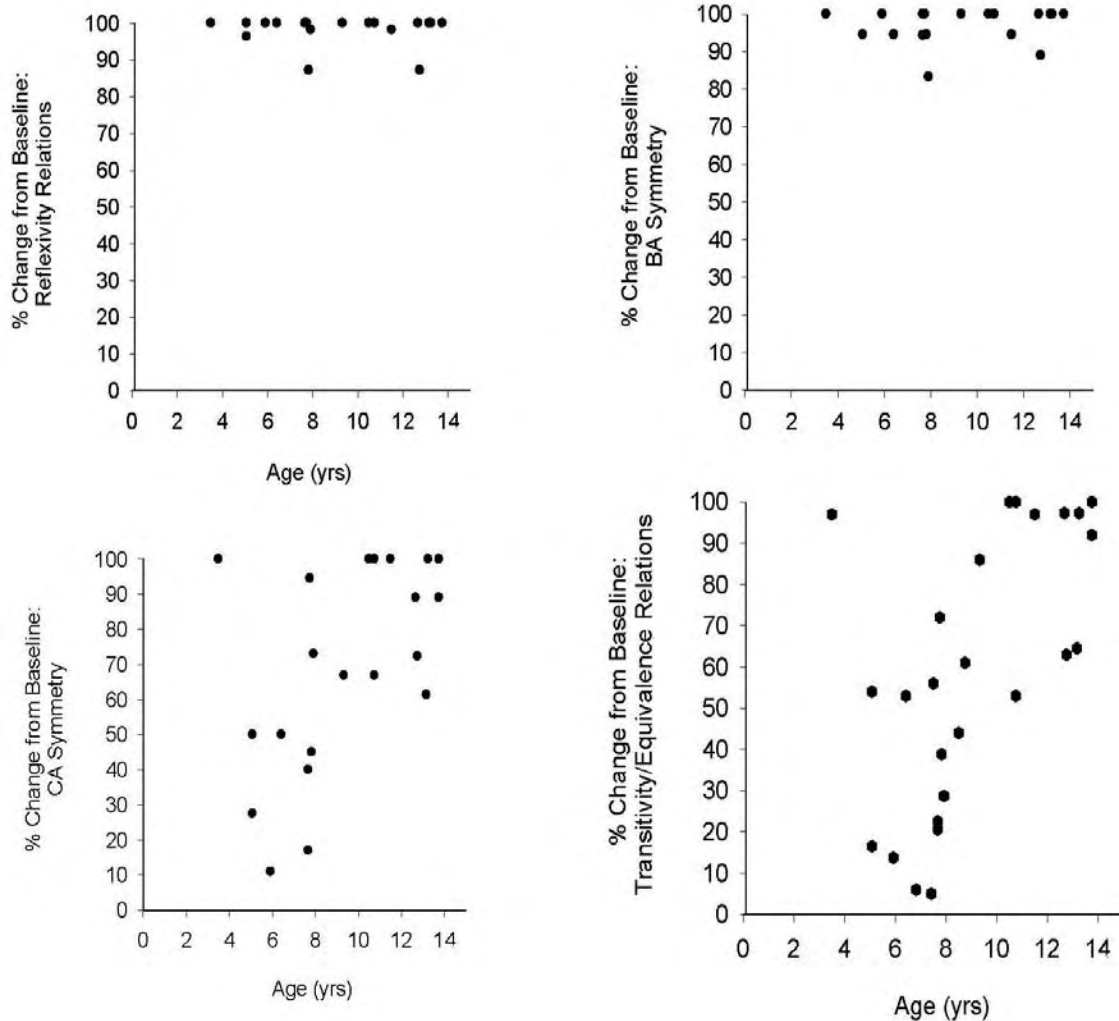


Figure 3. Number of sessions required to meet stability criterion for the emergent relations indicative of equivalence-class formation as a function of age. Each data point represents the number of sessions required by an individual child.



*Figure 4.* Percent change in equivalence-probe performances from the final 6 sessions of stable pre-class-challenge levels to the final 6 sessions of stable post-class-challenge levels as a function of age. Data are shown for percent change in reflexivity performances (top, left panel), BA symmetry performances (top, right panel), CA symmetry performances (bottom, left panel) and performances on combined tests for equivalence (bottom, right panel). Each data point represents the percent change for an individual child.

Different patterns were observed among the younger children. Several of the youngest children showed very little impact of the AC-class challenge, as evidenced by a lack of change from their original probe patterns. Many of the younger children showed inconsistent responding on probe trials, with intermediate change patterns somewhere between 25% and 75% change. While class reorganization was generally confined to children 10 and older, it should be noted that the youngest child tested under these conditions showed virtually 100% change from her original equivalence patterns.

## Discussion

The strong equivalence performances demonstrated in the original testing conditions by the children in Experiment 2 are of note for several reasons. First, there have been few studies of equivalence in very young children, particularly in the absence of extensive verbal prompting. In fact, the 2 years, 9 month-old child here appears to be one the youngest in the published literature to have shown equivalence in a situation in which verbal interventions and inadvertent experimenter cueing were ruled out. The absence of a developmental difference in the emergence of equivalence is striking, particularly given that class or category formation did not involve physical similarities between class members and that the performances indicative of equivalence emerged without direct reinforcement. Of course, not all of the children who began the study in Experiment 1 completed the training, but all who did showed virtually perfect class-consistent probe performances. The consistency with which equivalence emerged following the baseline training suggests that equivalence-class formation is a robust phenomenon not influenced by the sorts of major individual differences represented in this sample and that it is not dependant on particular educational experiences, sophisticated verbal abilities, or formal reasoning skills (see also, Carr et al., 2000). Indeed, it has even been argued that equivalence represents a basic behavioral process (Sidman, 1994; 2000). The present data are consistent with the possibility of equivalence as either a basic process or at least one with relatively simple pre-requisites that could be mastered very early in life (e.g., Hayes, Barnes-Holmes, & Roche, 2001; Horne & Lowe, 1996).

In contrast to the original equivalence-probe patterns, strong developmental trends were apparent on probe trials following the class challenge. The older children tended to change their patterns of responding on just those probe trials (i.e., CA symmetry and combined trials) where change would be predicted, based on the class challenge. Thus, the older children showed evidence of equivalence classes different from those of the original testing phase. The younger children showed little evidence of new class formation on probe trials, despite their near-perfect performances on the baseline trials that were directly involved in the contingency manipulation. These findings replicate the early developmental trend noted previously for young children (Michael & Bernstein, 1991; Pilgrim et al., 1995), and extend it to older participants. In the Pilgrim et al. study, only the eldest child (7 years) showed evidence of control by the contingency manipulation and

even then, probe patterns were not completely consistent with class re-organization. Data from Spradlin et al. (1992) with older participants (8 and 12 years) are also consistent with this developmental trend, but more recent findings by Saunders et al. (1999) reflect greater evidence of class re-organization in three of four pre-school children than was observed here. There were many differences between their training procedures and those used in the present study. For example, the baseline conditional discrimination that was reversed was established without reinforcement, and thus may have been less resistant to change (Nevin, 1992). An important advantage of the present study was the common set of training and testing procedures used across ages. While the studies noted above were suggestive, the present study confirms the presence of a developmental trend in response to class challenge.

The nature of this developmental trend warrants closer analysis. Interpretation of the patterns at either extreme is relatively straightforward (see the CA symmetry and combined test panels of Figure 7); either the original equivalence classes were maintained, despite the class challenge (some younger children), or new classes emerged following the challenge (most older children). However, the majority of the children showed intermediate patterns. In these cases, the class-challenge did produce an effect, but rather than produce class re-organization, disrupted probe performances were the result. On any given session, AB and AC conditional discriminations were completely consistent with the class-challenge contingencies, but choices on CA-symmetry trials and combined tests for equivalence varied from trial to trial. Some responses were consistent with the classes that would follow from the challenge contingencies and others were consistent with the original equivalence classes.

The basis for these mixed patterns and their age-related occurrence remains to be determined, but several alternatives may be considered. One possibility is that the two sets of training contingencies (i.e., the original training and the class-challenge training) established two sets of equivalence classes that compete for control of responding on any given probe trial following the class challenge. For older children, the baseline relations currently in effect seem more likely to select the set of equivalence classes that would be most appropriate, while the younger children seemed less sensitive to contextual control by the baselines in effect. By this account, the baseline relations serve two functions for the older children; they provide the basis for the emergence of new equivalence classes (as they would for younger children) and serve as contextual determinants of the classes to be demonstrated on any given trial. This would suggest that the problem for the younger children is one related to contextual control over equivalence classes (e.g., Bush, Sidman, & de Rose, 1989, Wulfert & Hayes, 1988) or stimulus-control topographies (i.e., Dube & McIlvane, 1996).

Another alternative is that the class challenge provided the basis for equivalence class collapse, or class union (Sidman, 1994). Following a history in which stimulus C1, for example, was directly related to A1 (and related through equivalence to B1), the new training directly relates C1 to A2 (and therefore to B2). C1 is then held in common by these potentially separate sets of stimuli, and thus could function as a node, allowing two smaller classes to merge into one larger

class. If such a merger occurred, disrupted performances might be expected; in essence, any given trial would require a choice between comparison stimuli that were all related to the sample. By this account, older children are more sensitive than younger children to the bases for class partition (i.e., the baseline relations currently in effect). The class-merger view might suggest that providing young children with experiences designed to enhance discrimination between classes would result in more orderly performances on post-reversal probe trials (Sidman, 2000).

## General Discussion

In summary, the present experiments found developmental differences in some aspects of children's conditional discriminations, while these were notably absent for other measures. For example, younger children had much more difficulty in mastering the pre-training tasks (Experiment 1), but once they had, mastery of arbitrary conditional discriminations (Experiment 1) and emergence of equivalence-class performances (Experiment 2) were rapid and unrelated to age. Following the class-challenge, however, development trends were again apparent (Experiment 2) in that older children showed more orderly patterns on any given probe type, as has been noted in studies with adults (see Pilgrim & Galizio, 1996, and Spradlin et al., 1992, for reviews). That developmental differences were observed in the pre-training and class-challenge conditions but not during the arbitrary or symbolic match-to-sample training and testing suggests that these age differences were not the simple product of selecting a task that was inappropriate for younger children. Indeed, the arbitrary training and testing might appear in some ways to be more demanding than the pre-training in that equivalence-class members are not related by perceptual similarity or correlated attributes. Thus it would appear that even young children generate the emergent performances that might be said to indicate the efficiency and inductive inference characteristic of categories when provided with the appropriate pre-requisites. These findings may parallel those from studies of natural language categories in which the developmental progression (e.g., from thematic to taxonomic categorization) has been eliminated by experiential variables (e.g., Markman, 1989; Osborne & Calhoun, 1998).

In many ways, the class-challenge data are a more interesting reflection of age differences in that older children showed class performances that quickly incorporated new learning experiences while younger children did not. One possibility suggested by the previous discussion is that this developmental difference might also be impacted by providing the appropriate training experiences to the younger participants, although these remain to be identified. It seems important that the equivalence methodologies employed here produce findings similar to those obtained with more naturalistic procedures often employed in research with young children (e.g., Markman, 1989). Further research will be needed to determine how closely the phenomena studied here parallel those observed with natural language categories (e.g., Galizio et al., 2001). Until that

time, the stimulus-equivalence paradigm may raise issues of ecological validity in the present context (but see Wilkinson & McIlvane, 2001). However, equivalence methodologies have the advantage of allowing study of the basic processes involved in class formation in a manner that is relatively unconstrained by the influence of extra-experimental factors. Because equivalence class formation can be studied without the need for verbal instructions or context-setting stories it provides an interesting alternative to the sorts of procedures often used to study artificial categories with children (e.g., Markman, 1989). Equivalence methodologies may permit the sort of direct experimental control over relevant variables that is necessary to test questions about the factors responsible for developmental differences in the emergence and stability of stimulus classes or categories.

## References

- Augustson, K. G., & Dougher, M. J. (1991). Teaching conditional discrimination to young children: Some methodological successes and failures. *Experimental Analysis of Human Behavior Bulletin*, *9*, 21-24.
- Barnes, D., Smeets, P. M., & Leader, G. (1996). Procedures for generating emergent matching performances: Implications for stimulus equivalences. In T. R. Zentall, & P. M. Smeets (Eds.), *Stimulus Class Formation in Humans and Animals* (pp. 153-171). Holland, The Netherlands: Elsevier.
- Baer, D. M., Peterson, R. F., & Sherman, J. A. (1967). The development of imitation by reinforcing behavioral similarity to a model. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *10*, 405-416.
- Bush, K. M., Sidman, M., & de Rose, T. (1989). Contextual control of emergent equivalence relations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *51*, 29-45.
- Carr, D., Wilkinson, K. M., Blackman, D., & McIlvane, W. J. (2000). Equivalence classes in individuals with minimal verbal repertoires. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *74*, 101-114.
- Catania, A. C. (1998). *Learning, 4<sup>th</sup> Edition*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Devany, J. M., Hayes, S. C., & Nelson, R. O. (1986). Equivalence class formation in language-able and language-disabled children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *46*, 243-257.
- Dube, W. V. (1991). Computer software for stimulus control research with Macintosh computers. *Experimental Analysis of Human Behavior Bulletin*, *9*, 28-30.
- Dube, W. V., & McIlvane, W. J. (1996). Implications of a stimulus control topography analysis for emergent behavior and stimulus classes. In T. R. Zentall, & P. M. Smeets (Eds.), *Stimulus Class Formation in Humans and Animals* (pp. 197-218). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.



- Dube, W. V., McIlvane, W. J., Mackay, H. A., & Stoddard, L. T. (1987). Stimulus class membership established via stimulus-reinforcer relations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *47*, 159-175.
- Dugdale, N. A., & Lowe, C. F. (1990). Naming and stimulus equivalence. In D. E. Blackman, & H. Lejeune (Eds.), *Behaviour Analysis in Theory and Practice: Contributions and Controversies* (pp. 115-138). Hove, England: Erlbaum.
- Galizio, M., Stewart, K., & Pilgrim, C. (2001). Clustering in artificial categories: An equivalence analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, *8*, 609-614.
- Galizio, M., Stewart, K., & Pilgrim, C. (2004). Typicality effects in contingency-shaped generalized equivalence classes. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *82*, 253-273.
- Garotti, M., DeSouza, D. G., & De Rose, J. C., Molina, J. C., Renata, C., & Gil, M. S. A. (2000). Reorganization of equivalence classes after reversal of baseline relations. *Psychological Record*, *50*, 35-48.
- Gollin, E. S. (1966). Solution of conditional discrimination problems by young children. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *62*, 454-456.
- Gollin, E. S., & Savoy, P. (1968). Fading procedures and conditional discrimination in children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *11*, 443-451.
- Harlow, H. (1949). The formation of learning sets. *Psychological Review*, *56*, 51-65.
- Hayes, S. C., Barnes-Holmes, D., & Roche, B. (2001). *Relational Frame Theory: A Post-Skinnerian Account of Human Language and Cognition*. Reno, NV: Context Press.
- Hayes, B. K., & Taplin, J. E. (1992). Developmental changes in categorization processes: Knowledge and similarity-based modes of categorization. *Journal of Experimental Child Psychology*, *54*, 188-212.
- Horne, P. J., & Lowe, C. F. (1996). On the origins of naming and other symbolic behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *65*, 185-241.
- Kastak, C. R., Schusterman, R. J., & Kastak, D. (2001). Equivalence classification by California sea lions using class-specific reinforcers. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *76*, 131-158.
- Keil, F. C. (1992). *Concepts, kinds, and cognitive development*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Kraynak, A. R., & Raskin, L. M. (1971). The influence of age and stimulus dimensionality on form perception by preschool children. *Developmental Psychology*, *4*, 389-393.
- Lipkens, G., Hayes, S. C., & Hayes, L. J. (1993). Longitudinal study of derived stimulus relations in an infant. *Journal of Experimental Child Psychology*, *56*, 201-239.
- Lipkens, G., Kop, P. F. M., & Matthijs, W. (1988). A test of symmetry and transitivity in the conditional discrimination performances of pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *49*, 395-409.
- Markman, E. M. (1989). *Categorization and naming in children*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.

- Mcllvane, W. J., & Dube, W. V. (2003). Stimulus control topography coherence theory: Foundations and extensions. *The Behavior Analyst*, 26, 195-213.
- Michael, R. L., & Bernstein, D. J. (1991). Transient effects of acquisition history on generalization in a matching-to-sample task. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 56, 155-166.
- Nevin, T. A. (1992). An integrative model for the study of behavioral momentum. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 57, 301-316.
- Osborne, J. G., & Calhoun, D. O. (1998). Themes, taxons, and trial types in children's matching to sample: methodological considerations. *Journal of Experimental Child Psychology*, 68, 35-50.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1969). *The Psychology of the Child*. New York, NY: Basic Books.
- Pilgrim, C., Chambers, L., & Galizio. (1995). Reversal of baseline relations and stimulus equivalence: II. Children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 63, 239-254.
- Pilgrim, C., & Galizio, M. (1990). Relations between baseline contingencies and equivalence probe performances. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 54, 213-224.
- Pilgrim, C., & Galizio, M. (1995). Reversal of baseline relations and stimulus equivalence: I. Adults. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 63, 225-238.
- Pilgrim, C., & Galizio, M. (1996). Stimulus equivalence: A class of correlations, or a correlation of classes? In T. R. Zentall, & P. M. Smeets (Eds.), *Stimulus Class Formation in Humans and Animals* (pp. 173-195). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
- Pilgrim, C., Jackson, J., & Galizio, M. (2000). Acquisition of arbitrary conditional discriminations by young normally developing children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 73, 177-193.
- Saunders, R. R., Drake, K. M., & Spradlin, J. E. (1999). Equivalence class establishment, expansion, and modification in preschool children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 71, 195-214.
- Saunders, R. R., Saunders, K. J., Kirby, K. C., & Spradlin, J. E. (1988). The merger and development of equivalence classes by unreinforced conditional selection of comparison stimuli. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 50, 145-162.
- Schusterman, R. J., & Kastak, D. (1993). A California sea lion (*Zalophus californianus*) is capable of forming equivalence classes. *The Psychological Record*, 43, 823-839.
- Sidman, M. (1994). *Equivalence relations and behavior: A research story*. Boston, MA.: Authors Cooperative, Inc.
- Sidman, M. (2000). Equivalence relations and the reinforcement contingency. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 74, 127-146.
- Sidman, M., Rauzin, R., Lazar, R., Cunningham, S., Tailby, W., & Carrigan, P. (1982). A search for symmetry in the conditional discriminations of rhesus monkeys, baboons, and children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37, 23-44.

- Sidman, M., & Tailby, W. (1982). Conditional discrimination vs. matching to sample: An expansion of the testing paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 37*, 5-22.
- Spradlin, J. E., Cotter, V. W., & Baxley, N. (1973). Establishing a conditional discrimination without direct training: A study of transfer with retarded adolescents. *American Journal of Mental Deficiency, 77*, 556-566.
- Spradlin, J. E., Saunders, K. J., & Saunders, R. R. (1992). The stability of equivalence classes. In S. C. Hayes, & L. J. Hayes (Eds.), *Understanding Verbal Relations* (pp. 29-42). Reno, NV: Context Press.
- Wilkinson, K. M., Dube, W. V., & McIlvane, W. J. (1996). A crossdisciplinary perspective on studies of rapid word mapping in psycholinguistics and behavior analysis. *Developmental Review, 16*, 125-148.
- Wilkinson, K. M., Dube, W. V., & McIlvane, W. J. (1998). Fast mapping and exclusion (emergent matching) in developmental language, behavior analysis, and animal cognition research. *The Psychological Record, 48*, 407-422.
- Wilkinson, K. M., & McIlvane, W. J. (2001). Methods for studying symbolic behavior and category formation: Contributions of stimulus equivalence research. *Developmental Review, 21*, 355-374.
- Wirth, O., & Chase, P. N. (2002). Stability of functional equivalence and stimulus equivalence: Effects of baseline reversals. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 77*, 29-47.
- Wulfert, E., & Hayes, S. C. (1988). Transfer of a conditional ordering response through conditional equivalence classes. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 50*, 125-144.

## Equidad en Intercambios de Esfuerzo y Ganancias: Efectos de la Información

Carlos Santoyo V. & Ligia Colmenares V.<sup>1</sup>  
Universidad Nacional Autónoma de México

### Resumen

Este trabajo aborda experimentalmente el estudio de los intercambios equitativos en una tarea en la que doce díadas de estudiantes de licenciatura en psicología asignaban a su compañero uno de tres posibles "juegos" asociados con requisitos diferenciales de un programa de reforzamiento de razón variable (RV: 5, 10 ó 20). En una segunda condición, los participantes asignaban también la cantidad de puntos que obtendría su pareja (1, 2 ó 4 puntos) con cada requisito de razón. Se programaron dos clases de sesiones: con información o sin información de la asignación de juego que hacían los compañeros en cada ensayo. Para evaluar las estrategias utilizadas se empleó el modelo Aristotélico de la Equidad (Adams, 1965; Anderson, 1976), mismo que describió adecuadamente la razón de esfuerzo y ganancias en los intercambios bajo la condición de información. Se discuten aquellas estrategias diádicas que resultaron en una distribución de mayor cantidad de ganancias con el menor esfuerzo posible, así como aquellas que produjeron distribuciones asimétricas de ganancias y esfuerzo, lo que desencadenó ganancias relativamente reducidas a lo largo de las sesiones. Especial énfasis recibe la discusión del mecanismo de reciprocidad en el intercambio social.

*Palabras clave:* Intercambio social, equidad, elección interdependiente, díadas, estudiantes universitarios.

## Equity in Effort and Profits Interchanges: Effects of Information

### Abstract

This paper deals with the experimental study of equitable interchanges in a task where 12 dyads of psychology students assigned their partners one of three games associated with different values of a variable ratio schedule of reinforcement (VR: 5, 10 or 20). In a second condition, subjects also assigned the number of points (1, 2 or 4 points) that their partners could obtain after completing the VR response criteria. Two types of sessions were programmed in which the information about task allocation and point's assignment was either present or absent. The Aristotelic model of Equity was used (Adams, 1965; Anderson, 1976) to evaluate the interchange strategies, and to describe the ratio of effort and profits in the interchanges under the information condition. The patterns of dyadic strategies that maximized profits and minimized effort were analyzed. The reciprocity mechanism in social interchange is discussed.

*Key words:* equity, social interchange, interdependent choice, dyads, college students.

---

<sup>1</sup> Los autores agradecen a CONACYT (Proyecto: 057327) y a PAPIIT/UNAM (Proyecto: 300409) el apoyo proporcionado para la conducción de esta investigación. Para correspondencia dirigirse al primer autor a: carsan@unam.mx

El comportamiento de un organismo es social cuando sus antecedentes y consecuencias dependen de la conducta de otros (Keller & Schoenfeld, 1950; Schmitt, 1998; Skinner, 1953), y cuando tal comportamiento influye en las acciones de otras personas. En diferentes trabajos se han especificado los criterios o escenarios para delimitar un procedimiento como válido para el estudio del comportamiento social en general o para el de la conducta cooperativa en particular (Hake & Vukelich, 1972; Schmitt, 1998).

Este trabajo trata sobre el análisis experimental de la interdependencia entre las acciones de díadas de participantes en intercambios sociales extendidos a lo largo del tiempo, con turnos alternados o sincrónicos, en la elección de cursos de acción que afectarán al compañero y que progresivamente se constituyen en pautas organizadas de comportamiento social (Schmitt, 1998). Así, un intercambio social depende tanto del comportamiento de los actores, como del reforzamiento relativo de las opciones que se presentan a cada persona, y del reforzamiento total que reciben ambos participantes como pareja (Santoyo, 1992); por ello, a tales intercambios se les denomina como procesos de elección interdependiente.

Por ser el estudio de pautas interdependientes de comportamiento de interés para el presente trabajo, no se abordan aquéllas cuyo control está en función unidireccional de la conducta o reforzamiento social del otro, denominadas también como clase de comportamiento social dependiente (Hake & Vukelich, 1972; Schmitt, 1998).

La diversidad de procedimientos es amplia (Véase Schmitt, 1998 para mayor detalle). Existen los de tipo cuasi-social donde los estímulos discriminativos del escenario son presentados como señales que simulan e informan acciones posibles de otros participantes, aunque tales estímulos son predeterminados por el experimentador. Otros procedimientos requieren de coordinación temporal en las respuestas para que éstas sean consideradas como cooperativas, o por aquellos en los que las opciones especifican dar al compañero ganancias o tomarlas para uno mismo; mientras que en algunos más se elige explícitamente cooperar, competir o trabajar individualmente. Así mismo, están aquellos que se estructuran con matrices o tablas de contingencia como los vinculados con el dilema del prisionero cuyos resultados típicos implican pautas complejas de comportamiento interdependiente (Rapoport & Chammah, 1965), o incluso por los que se utiliza un "palero" quien actúa de forma predeterminada por el experimentador con la finalidad de analizar si ciertas estrategias de intercambio social afectan sistemáticamente el comportamiento social de los participantes (Brown & Rachlin, 1990). En estos escenarios o preparaciones experimentales se han programado diversas tareas de intercambio social, diferentes magnitudes de reforzamiento según la tarea, e incluso se han generado situaciones que implican esfuerzo diferencial en la tarea como sería aquél involucrado en programas básicos de reforzamiento con diferentes valores (Hake & Olvera, 1978; Hake & Vukelich, 1972; Schmitt, 1998).

Uno de los resultados que mayor relevancia tienen para este trabajo corresponden a los derivados del escenario de Shimoff y Matthews (1975) en el que, después de una tarea conjunta, los miembros de una díada obtenían puntos diferencialmente, es decir uno de ellos obtenía consistentemente más puntos que

su compañero, pero éstos podían presionar un botón para terminar la desigualdad de ganancias. En general, los participantes que obtenían ganancias menores que sus compañeros operaban un botón que posibilitaba que esa distribución cambiara. Pero no sólo quienes obtenían menores ganancias operaban el manipulandum que permitía cambiar la forma del intercambio, también lo hacían quienes eran “sobrepagados” de tal forma que podían compensar a quien recibía un menor pago. Probablemente este último efecto se deba a que quienes son sub-recompensados tiendan a abandonar la relación, lo cual quizás no conviniera, a largo plazo, a los que obtienen más. Los autores concluyeron que la distribución inequitativa de reforzadores es aversiva y estos hallazgos abrieron paso a los modelos de equidad como posibles explicaciones del intercambio social.

El estudio de la elección interdependiente puede ser abordado por medio del modelo Aristotélico de la equidad, que predice una relación lineal entre razón de esfuerzo y de ganancias en una relación diádica (Adams, 1965). Con base en dicho modelo una situación de intercambio social puede representarse en una ecuación simple en un escenario de elección de esfuerzo y ganancias:

$$I_i / I_i + I_j = O_i / O_i + O_j$$

(Ecuación 1)

En donde  $I_i$  e  $I_j$  representan el esfuerzo o número de respuestas que los participantes  $i$  y  $j$  emiten en la relación,  $O_i$  y  $O_j$  representan las ganancias que dichos participantes obtienen en la situación de intercambio. Así, una relación es equitativa cuando la razón de recursos o ganancias asignados para una persona en relación con la de otra es igual a la correspondiente razón de su esfuerzo. El antecedente más directo del estudio de la equidad proviene del modelo de la teoría de la equidad de Adams (1965), posteriormente formalizado desde el modelo de la psicofísica funcional de Anderson (1976) y los trabajos de Mellers (1982) en los que el modelo Aristotélico se consolidó o se constituyó formalmente como un modelo cuantitativo susceptible de verificación experimental y empírica.

Son escasos los estudios conductuales que han abordado el modelo Aristotélico de la equidad para analizar situaciones de intercambio social. Por ejemplo Santoyo (1992) condujo un experimento diseñando un escenario denominado como procedimiento de asignación alternada de esfuerzo y ganancias. en el cual los participantes (niños de entre 8 y 12 años de edad) decidían qué tarea asociada con esfuerzo diferencial debían realizar sus compañeros. En una condición posterior, además de la asignación de la tarea elegían la magnitud de ganancia que aquéllos deberían obtener una vez concluida la tarea. La tarea estaba asociada a tres niveles posibles de esfuerzo definidos por un requisito de razón variable (RV) (en promedio 20, 40 u 80 respuestas a un botón de una palanca de mando). En una primera condición, el cumplimiento del requisito de RV producía un punto en el contador del participante. En una segunda condición, los participantes también decidían la ganancia que podría obtener su pareja al cumplir cada requisito de razón, siendo las opciones las de 1, 2, 4 u 8 puntos, intercambiables al final de la sesión por juguetes, dulces o tiempo de acceso a juegos de computadora, según la preferencia explícita del participante. Los datos de la investigación mostraron que el modelo cuantitativo de la equidad describe adecuadamente los datos, independientemente de las opciones o

estrategias seleccionadas por los participantes, pues se encontraron dos patrones de comportamiento. El primero y quizás dominante implicaba la asignación de aquella tarea que involucraba mayor esfuerzo al compañero (e.g., RV 80) e incluso con la menor magnitud posible de ganancia (e.g., un punto), a esta estrategia se le denominó como “poco óptima” ya que generalmente producía reciprocidad ya que la díada se involucraba en una asignación alternada de alto esfuerzo y baja ganancia. El segundo patrón de intercambio, denominado como estrategia óptima de intercambio, implicaba la asignación alternada de menor esfuerzo (e.g., RV 20) y la mayor ganancia posible al compañero (e.g., 8 puntos). También se encontraron patrones de transición de pautas poco óptimas hacia aquellas de tipo óptimo, lo que posiblemente pueda atribuirse al aprendizaje o descubrimiento de las opciones que mejor redituaran en el escenario de intercambio programado.

El estudio de Santoyo (1992) es consistente con uno conducido previamente por Santoyo, Ménez, y Prado (1991) con estudiantes universitarios pero con el mismo escenario o preparación experimental, aunque a diferencia del estudio de Santoyo (1992), que se condujo con un diseño intra-sujetos, éste se condujo con un diseño de grupos. Sin embargo, tales estudios presentan una dificultad para el análisis de las estrategias de intercambio. Por un lado, los sujetos interactuaban ante el mismo monitor de la computadora lo que podía afectar la estrategia de intercambio de forma indirecta. Adicionalmente, la asignación al ser alternada implicaba que sólo uno de los participantes hacía la asignación de esfuerzo al compañero en ese turno. Quien asignaba la tarea al compañero realizaba, en ese turno, una tarea predeterminada por el experimentador a la que se le denominaba “contexto de esfuerzo” y que estaba fija durante cada condición experimental, por lo que en cada ensayo, sólo se observaba la elección de uno de los individuos y el intercambio social implicaba asignaciones de esfuerzo y/o ganancias de uno y otro de forma secuencial. Así, los participantes transitaban por condiciones contextuales de bajo (RV20), medio (RV40) o alto esfuerzo (RV80). Esta variable se programó para que los participantes que elegían la tarea al par tuviesen oportunidad para obtener simultáneamente puntos y para que hubiera un marco de referencia. Así, aunque la evaluación del modelo de equidad pudo llevarse a efecto y ser consistente en las diferentes situaciones experimentales, existió siempre una condición no determinada por el par (la del contexto de esfuerzo) que dificultaba la comprensión de las contingencias y de la estrategia de intercambio para los compañeros al inicio del experimento. Además, en dicho estudio el contexto de la elección no alteraba las estrategias generales de intercambio aunque los participantes obtenían mayores ganancias de acuerdo a la asignación de juegos por el compañero que por la predeterminación del experimentador. Por ello, en el presente estudio se propone el procedimiento de asignación sincrónica o simultánea en el cual la tarea que ambos participantes realicen concurrentemente, dependa directamente de la elección del par, así como sus consecuencias correspondientes.

El procedimiento de asignación sincrónica de esfuerzo y/o ganancias permite evaluar de forma más directa la equidad existente en los intercambios y a los participantes les es más fácil identificar que la tarea que están realizando, así

como las posibles ganancias, dependen directamente de la asignación del compañero.

Como es clásico en la investigación conductual, el propósito central radica en la descripción e identificación de las variables controladoras de los fenómenos bajo estudio (Schmitt, 1998; Skinner, 1938, 1953). En este caso se pretende determinar la relación entre esfuerzo y ganancias en situaciones de intercambio social entre pares de participantes controlando la información que los participantes reciben sobre la elección de tareas y ganancias que hace su pareja. Por ello, en el presente trabajo se evaluó el ajuste de los intercambios sociales al modelo de equidad, bajo un escenario de asignación sincrónica de esfuerzo y ganancias, así como el papel que juega la magnitud de ganancias, la razón de esfuerzo y el conocimiento o desconocimiento de las elecciones de los compañeros en la situación experimental. Para ello, la preparación experimental implicó que los participantes se asignaran simultáneamente esfuerzo y ganancias y recibieran o no, en el monitor de una computadora, información sobre la elección o asignación de juego realizada por el par en el turno en cuestión. Finalmente, para disminuir posibles efectos de la influencia social que la mera presencia del par pudiera ejercer sobre las estrategias de elección, los participantes estuvieron ubicados en cubículos separados con computadoras interconectadas.

## **Método**

### *Participantes*

Participaron voluntariamente 24 estudiantes del sexto semestre de la carrera de psicología, 22 mujeres y 2 hombres. Se invitó a todos aquellos estudiantes que quisieran participar en un experimento de “toma de decisiones”, señalándoles que de acuerdo con los puntos obtenidos en el experimento podrían subir puntos en la calificación de alguna actividad de práctica de laboratorio. Los participantes fueron asignados de manera aleatoria a las doce parejas. Los participantes sabían que podían retirarse del experimento cuando lo desearan y se les hizo saber que los datos eran confidenciales y que podían conocer detalles del estudio una vez concluido el mismo.

### *Escenario experimental*

Las sesiones fueron conducidas en dos cubículos adyacentes de 2 x 2 metros. La experimentadora ubicaba a los participantes en los cubículos ante el monitor de cada computadora equipada con el Software ASEGIS.

Los participantes respondieron a la situación experimental por medio del botón izquierdo del mouse de la computadora con el que realizaban sus elecciones sobre las opciones presentadas en pantalla, y podían obtener puntos



en función de la frecuencia con que oprimían el botón principal de una interfase externa diseñada también específicamente para el estudio.

### *Software*

Se diseñó ex profeso el software ASEGIS, un programa en lenguaje Visual Basic 5.0 que permitía presentar las opciones de esfuerzos y ganancias a los participantes, registrar sus elecciones y que las elecciones de un participante afectaran la programación de la tarea de su contraparte, de manera efectivamente interdependiente en computadoras interconectadas. Una vez realizadas las elecciones, los participantes debían presionar un botón repetidamente, y cada vez que cumplían un requisito de razón, obtenían puntos.

### *Instrucciones*

Para las diferentes condiciones experimentales que se detallan en el procedimiento, se presentaban en la pantalla las siguientes indicaciones:

#### Condición asignación de esfuerzo:

“Vas a participar en un juego de toma de decisiones, debes elegir el tipo de juego que prefieras que realice tu compañero(a), entre tres posibles opciones. Al mismo tiempo, tu compañero(a) estará decidiendo los juegos que tú vas a jugar.

Todos los juegos se juegan igual: presionando el botón rojo puedes ir acumulando puntos. El Juego 1 es el más fácil, requiere cerca de la mitad de botonazos que el Juego 2 para que ganes puntos, mientras que el Juego 2 pide cerca de la mitad de botonazos que el Juego 3”.

Una vez que en la pantalla aparezca el letrero que dice <Ahora puedes presionar el botón para obtener puntos> ambos podrán iniciar el juego oprimiendo el botón rojo.

Cada vez que termina una parte del juego escucharás un sonido y en la parte superior de la pantalla, junto a tu nombre, aparecerá la cantidad de puntos que vayas obteniendo. Junto al nombre de tu pareja, aparecerán sus puntos conforme se vayan acumulando

Dadas las condiciones del juego procura obtener la mayor cantidad de puntos posibles puesto que ello te reeditaré en una mayor proporción de ganancias”.

Condición asignación de esfuerzo y ganancias:

Mismas instrucciones que en la Sesión 1, excepto que se les indicaba:

“Ahora puedes decidir los puntos que deseas que obtenga tu compañero, para ello podrás seleccionar si deseas que en el juego gane, 1, 2 ó 4 puntos”.

### *Procedimiento*

Los participantes fueron asignados a uno de dos grupos, seis parejas en el Grupo I y seis parejas en el Grupo II. El diseño permitió balancear la secuencia de exposición a las condiciones experimentales, preservando información sobre los posibles efectos de orden.

En todos los casos, los participantes recibieron las instrucciones en la pantalla de la computadora. Al iniciar el juego, observaban tres botones etiquetados como “Juego 1”, “Juego 2” y “Juego 3”, entre los cuales podían seleccionar con el mouse el que querían que su compañero jugara. En la condición con información, aparecía una pantalla que decía “tu compañero ha elegido para ti el Juego X”, mientras que la condición sin información, daba inicio inmediatamente el ensayo. En la condición de asignación de ganancias, aparecían otros tres botones etiquetados como “1 punto”, “2 puntos” y “4 puntos” entre los cuales podían seleccionar con el mouse los puntos que obtendría su compañero por cada requisito de razón. Cuando ambos participantes habían hecho su selección, las computadoras iniciaban simultáneamente el ensayo de 45 segundos, en el cual cada participante podía obtener puntos presionando un botón de la interfase operante.

En la primera sesión ambos grupos se expusieron a la condición de asignación de esfuerzo (la elección entre los Juegos 1, 2 ó 3, los cuales correspondían a tareas asociadas con el requisito de respuestas de RV5, 10 y 20), el primer grupo no contaba con información sobre la elección de juego que realizaba su pareja, mientras que el segundo grupo sí. Los valores de los programas de razón variable se derivaron de acuerdo a las progresiones planteadas por Fleshler y Hoffman (1962).

En la segunda sesión ambos grupos se expusieron a la condición de asignación de esfuerzo y puntos (elección de la tarea y asignación de la magnitud de la ganancia que obtendrían al cumplir cada requisito de razón, 1, 2 ó 4 puntos). Al igual que en la primera sesión el primer grupo no contaba con información sobre lo que su pareja elegía, mientras que el segundo grupo sí la tenía.

En la tercera sesión, todos los participantes estuvieron en la condición de asignación de esfuerzo y puntos, pero el primer grupo ahora sí recibía información sobre la asignación de juegos que hacía el compañero, mientras que al segundo grupo se le retiraba la información. El esquema del diseño se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1

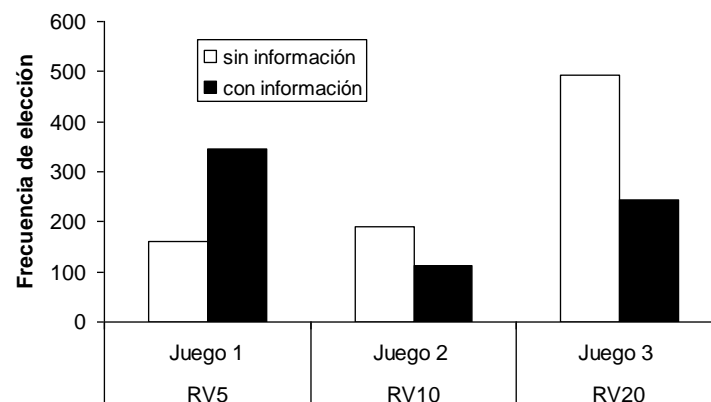
*Condiciones experimentales de asignación sincrónica. Cada grupo estuvo constituido por seis parejas que transitaron por las tres sesiones en la secuencia expuesta.*

Grupo I			Grupo II		
Sesión	Asignación	Información	Sesión	Asignación	Información
1	Juegos	Sin	1	Juegos	Con
2	Juegos y puntos	Sin	2	Juegos y puntos	Con
3	Juegos y puntos	Con	3	Juegos y puntos	Sin

Cada sesión finalizaba a los 30 turnos de elección sincrónica. La duración de cada turno o período de respuesta fue de 45 segundos y al finalizar el período los participantes volvían a asignar un juego a su compañero. El contador de la razón variable se restauró al finalizar cada periodo de asignación.

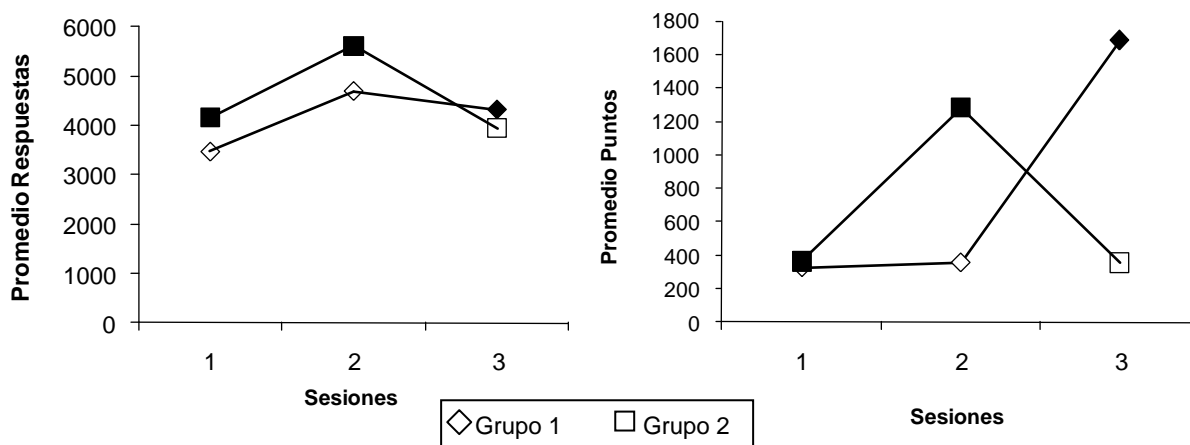
## Resultados

En la Figura 1 se presenta la frecuencia de asignación o elección de juegos para el compañero como una función de las condiciones de información de la elección del compañero. En general el Juego 3 asociado al RV20 fue asignado con mayor frecuencia por la mayoría de las díadas, sobre todo bajo condiciones de ausencia de información. Caso contrario ocurrió para el Juego 1 asociado al RV5, ya que los participantes que contaban con información de la asignación del juego por el compañero asignaron dicho juego con mayor frecuencia a su pareja. Es decir, las distribuciones de las elecciones estuvieron influidas por las condiciones de información.



*Figura 1.* Frecuencia de asignación de juegos al compañero, para las dos condiciones experimentales SIN y CON información.

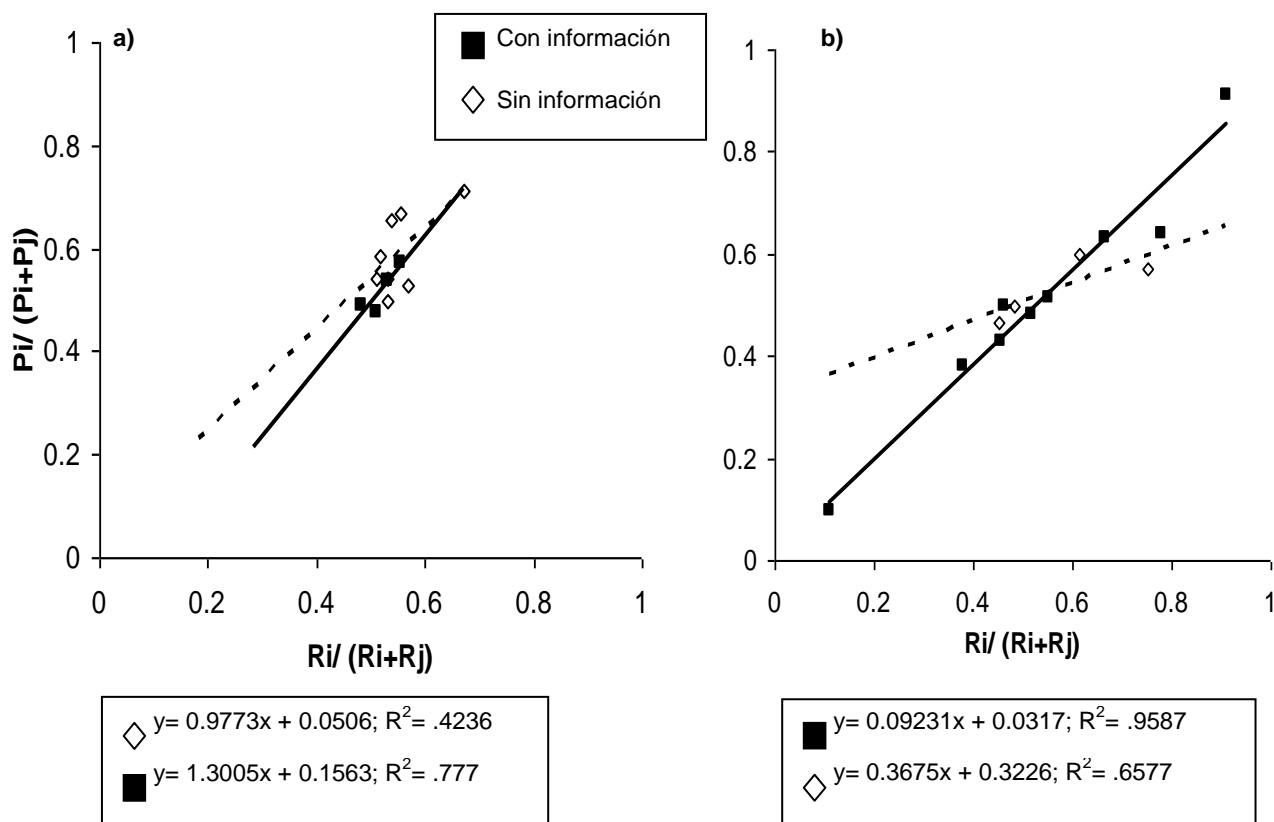
En la Figura 2 se presenta la frecuencia de respuestas y puntos acumulados durante las condiciones experimentales con o sin información. En general se observa que los puntos no fueron proporcionales a la cantidad de respuestas emitidas, lo cual confirmó que las ganancias dependían del requisito de razón y de las ganancias asignadas por el compañero, no sólo de la velocidad de presión del operando. Bajo las condiciones que contenían información sobre la asignación del juego por parte del compañero se emitió un mayor número de respuestas. Cuando los participantes asignaban también las ganancias a su compañero (Sesión 2), en ambas condiciones experimentales existió una mayor cantidad de respuestas y de puntos obtenidos. Sin embargo, cuando se le proporcionó información sobre la asignación de juegos al grupo que no la había recibido inicialmente o se le retiró al que la había recibido en la sesión anterior, disminuyó ligeramente la cantidad de respuestas emitidas, pero los puntos obtenidos tomaron diferentes direcciones. Los que tenían información y la perdieron en esa sesión, ganaron menos puntos que en sus sesiones anteriores, pero los que por primera vez gozaron de información, ganaron más puntos. Visiblemente, los participantes que recibieron información hasta la tercera sesión obtuvieron la mayor cantidad de ganancias durante el estudio. Esto significa que las distribuciones de las ganancias también estuvieron influidas por la secuencia de presentación de las condiciones de información.



*Figura 2.* Total de presiones al botón del operando (respuestas) y puntos obtenidos por el Grupo 1 y el Grupo 2 en las tres sesiones consecutivas. Los puntos sólidos indican condiciones con información y los puntos vacíos indican condiciones sin información para ambos grupos.

Con la finalidad de probar el modelo de equidad (Ecuación 1) se realizó un análisis de regresión lineal para ambos grupos, evaluando las ganancias relativas de los participantes en función de su esfuerzo relativo. Para el Grupo 1, es apreciable una concentración de los puntos alrededor de los valores .4 a .6 lo cual describe cierta simetría o reciprocidad de esfuerzo y ganancias entre compañeros,

en cualquiera de las condiciones de información (ver Figura 3, Panel a). Es decir, del total de respuestas emitidas, cada participante dio aproximadamente la mitad. Y del total de puntos obtenidos por la díada, cada participante obtuvo cerca de la mitad. En este caso, el modelo describió pobremente las condiciones sin información ( $r^2 = .42$ ) y mejoró levemente cuando la información se proporcionó ( $r^2 = .77$ ), lo cual habla de que las elecciones mutuas fueron más favorables en este último caso. De manera similar pero más drástica, en el caso del grupo que inició con información sobre la asignación de juego al par (Panel b, Figura 3), el modelo describió adecuadamente los intercambios estudiados bajo esta condición inicial ( $r^2 = .95$ ), mientras que el valor de  $r^2$  en la condición en la que los participantes no contaban con información disminuyó ( $r^2 = .65$ ). En ambos grupos es evidente la simetría esfuerzo-ganancias entre compañeros lo que indica reciprocidad y simetría en los intercambios sociales estudiados.



*Figura 3.* Regresión lineal entre las respuestas relativas y los puntos obtenidos relativos de los sujetos del Grupo 1 (Panel a), que transitaron de una situación sin información (puntos vacíos, línea de tendencia discontinua) a una con información (puntos sólidos, línea de tendencia continua), y de los participantes del Grupo 2 (Panel b), que transitaron de la situación con información a una sin ella.

Finalmente, en la Figura 4, se presenta un diagrama de las estrategias que los participantes seleccionaron y que les condujeron a una mayor cantidad de ganancias en el experimento. En el grupo que inició sin información los participantes eligieron mayoritariamente para su compañero el juego asociado a RV20, y la ganancia de un punto. Es decir, eligieron el que más esfuerzo requería y la menor ganancia posible. Mientras que al proporcionarles información del juego asignado por el compañero, cambiaron sus decisiones a los juegos asociados a RV5 y RV10, aunque siguieron asignando preferentemente como ganancia la cantidad de un punto al compañero.

La estrategia de asignación de juegos fue diferente cuando los participantes procedían de una condición con información y transitaban a una sin información. Así, casi la tercera parte de las opciones que redituaban mayor ganancia de los participantes derivó de la asignación del juego con RV5 y cuatro puntos, RV10 y RV20 y un punto bajo condiciones de información. Sin embargo, 78% los participantes eligieron el juego asociado con el menor esfuerzo (RV5) y la asignación de ganancias de cuatro puntos (Ver Figura 4).

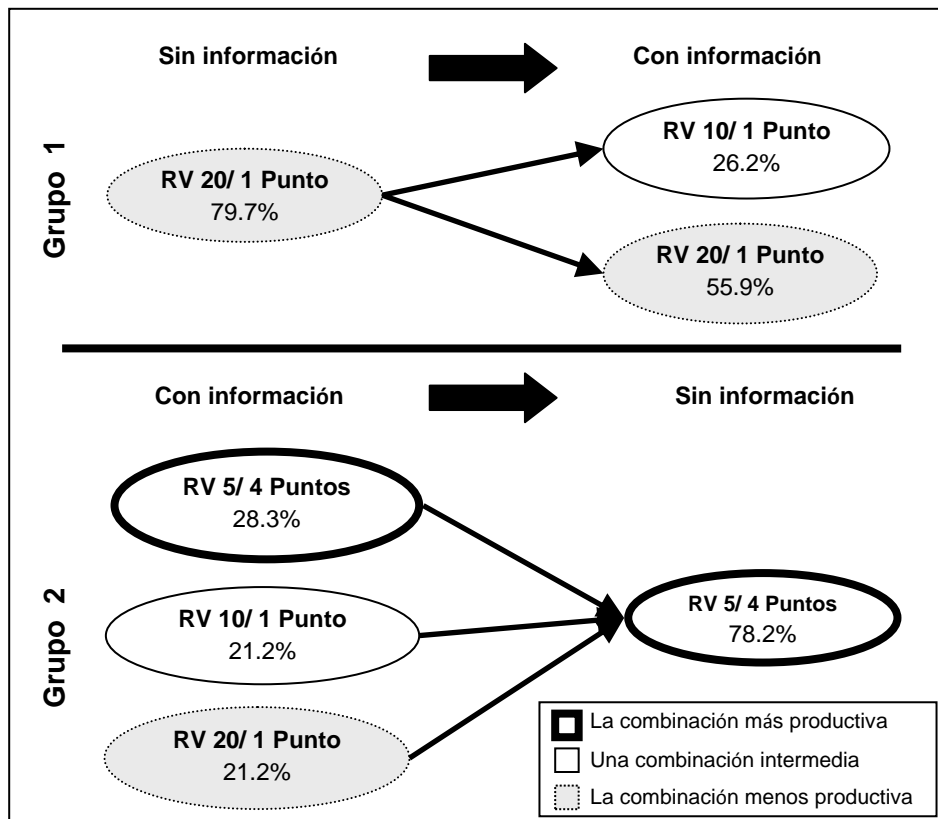


Figura 4. Proporción en secuencia de las elecciones de ambos grupos. Los óvalos de la izquierda corresponden a la primera situación a la que fueron expuestos los participantes, y los de la derecha corresponden a la segunda situación.

En suma el orden de exposición a las condiciones experimentales tuvo un efecto importante, sobre todo bajo aquellas situaciones en las que los participantes obtenían información de la elección de sus pares. Incluso la experiencia bajo condiciones de información del juego asignado pareció tener un efecto benéfico aún y cuando dicha información pudiera retirarse.

## Discusión

Bajo el procedimiento de asignación sincrónica de esfuerzo asociado a diferentes requisitos de un programa de reforzamiento de razón variable (RV) los participantes obtuvieron la mayor cantidad de puntos bajo el programa de RV 5 cuando operaron bajo condiciones de información del juego que el par les había asignado, mientras que cuando operaron en condiciones sin información obtuvieron la mayor cantidad de puntos bajo el programa de RV 20. Estos hallazgos apoyan el hecho de que la información de las acciones de los compañeros regula los intercambios sociales en tanto que facilita la elección de estrategias que conducen a optimizar la relación costo o esfuerzo y beneficio o ganancias, como en el caso del grupo que contó con información. Sin embargo, el desconocimiento del juego que asignó el compañero convirtió la situación en una de intercambio bajo incertidumbre lo que indujo a la elección de estrategias de intercambio en las que los participantes se involucraron en asignaciones recíprocas poco eficientes, pues se asignaron mutuamente el juego que implicó el mayor esfuerzo o requisito de respuestas (e.g., RV 20) y se asignaron el menor pago posible. Esta clase de intercambios facilita lo que se ha denominado como trampas sociales (Kollock, 1998) puesto que al asignar al compañero un mayor esfuerzo y menor pago produce, mediante el proceso de reciprocidad, que el par les asigne con alta probabilidad un juego equivalente y que por lo tanto, ambos obtengan a la larga una menor cantidad de puntos. Estos datos son consistentes con los de los estudios previos que utilizaron esta clase de escenario (Santoyo, 1992; Santoyo et al., 1991).

Los estudios previos (Santoyo, 1992; Santoyo et al., 1991) no habían utilizado el procedimiento de asignación sincrónica de juegos y ganancia entre pares. Los datos encontrados en este estudio son consistentes con aquéllos en tanto se identificaron tanto estrategias cooperativas (asignar menor esfuerzo y más ganancias) como competitivas (asignar más esfuerzo y menos ganancias) entre compañeros. Éstas últimas condujeron con mayor probabilidad a intercambios repetitivos y recíprocos de asignaciones con alto esfuerzo y bajas ganancias. No obstante, en el estudio de Santoyo (1992) se había comprobado que la exposición a sesiones repetidas genera en los participantes experiencia asociada a la identificación de estrategias óptimas para que a la larga modifiquen estrategias competitivas hacia aquellas en que ambas partes realizan poco esfuerzo y obtienen mayor cantidad de ganancias. En este estudio a pesar de su brevedad, tres sesiones, las estrategias globales fueron modificables con base en la información de la asignación de juego que su compañero decidió para ellos. En tal sentido, el presente estudio extiende los hallazgos de los estudios previos en

tanto que la información proporcionada es básica para producir en menor cantidad de tiempo estrategias de intercambio social relativamente óptimas.

En general, el modelo de equidad describió apropiadamente los datos bajo condiciones de información, aunque no lo hizo apropiadamente con las condiciones en donde no se proporcionó información de la elección de juego por el compañero. Esto implica que en realidad, la equidad opera como un proceso racional informado en donde esfuerzo relativo y ganancias relativas entre pares guardan una relación proporcional, tal y como muestran los datos de este estudio. No obstante, en las condiciones en donde no se presentó información, la Figura 4 muestra que los participantes exhibieron una relación de simetría en esfuerzo y ganancias aunque ésta no fue óptima. En otras palabras, los participantes en condiciones de falta de información del juego asignado por el par tendían a asignar a su compañero el juego con mayor esfuerzo y a recibir una retribución equivalente. Es probable que aunque los participantes no contaban con información del juego que se les había asignado pudieran discriminar que los puntos no se obtenían tan rápido como en el Juego 1 y por ello pudieran atribuir que se les estaba asignando algún juego asociado con alto esfuerzo (e.g., RV 20), de esta forma en los ensayos posteriores tendían a asignar juegos con la razón respuestas/puntos más desfavorable al compañero.

La contribución de este estudio fue confirmar la validez del modelo de equidad para describir situaciones de intercambio social bajo condiciones de información de las acciones particulares del compañero que afectan directamente el esfuerzo y las ganancias que cada participante debe realizar en las situaciones experimentales simultáneas. Bajo condiciones en donde no existe la información de la asignación del par, los participantes asignan esfuerzo y ganancias que no tienden a beneficiar al compañero lo que genera un ciclo de retroalimentación que hace que esta relación poco óptima se mantenga por más tiempo.

No obstante, existen diferencias en las estrategias utilizadas por participantes en particular que deben ser exploradas en futuros estudios. En estudios previos (Santoyo, 1992) se identificaron tres clases de estrategias: las cooperativas, las competitivas conducentes a trampas sociales y las mixtas en las que cada participante utilizaba alguna de las anteriores (e.g., el Participante 1 elegía una estrategia cooperativa y el Participante 2, una competitiva). Este hallazgo se replicó en el presente estudio, aunque se observó más homogeneidad de estrategias en respuesta a la condición de información. Sin embargo, aún es necesario profundizar en el estudio de estas diferencias, posiblemente atribuibles a la historia pre-experimental de los participantes, hecho que debe ser analizado con mayor profundidad.

La teoría de juegos conductual (Camerer, 2003) postula que los componentes más relevantes del comportamiento en intercambios sociales son las restricciones, las preferencias y las creencias. En este experimento las preferencias estuvieron representadas por mecanismos como la equidad, las creencias estuvieron vinculadas a la información, o en su ausencia, a las atribuciones sobre las acciones que los otros realizaron (e.g., la asignación de un juego que “me perjudique”), mientras que las restricciones estuvieron determinadas por el ambiente programado, en este caso los requisitos de esfuerzo



asociados a cada juego, la duración de la sesión, el número de turnos, el juego asignado por el par, entre otros. El análisis experimental de los intercambios sociales está convergiendo cada vez más con la teoría de juegos conductual, consistente con el desarrollo integrado de las Ciencias del Comportamiento (Gintis, 2007). Así, los analistas de la conducta interesados en estos fenómenos están cada vez más cerca de tal desarrollo, contribuyendo en mucho de éste y proporcionando estrategias y discernimientos útiles para dar cuenta de tan complejo objeto de estudio.

## Referencias

- Adams, S. J. (1965). Inequity in social exchange. En L. Berkowitz (Ed.). *Advances in experimental social psychology* (Volume 2) (pp. 267-300). New York, E. U.: Academic Press.
- Anderson, N. H. (1976). Equity judgments as information integration. *Journal of personality and social psychology*, 33, 291-299.
- Brown, J., & Rachlin, H. (1990). Self-control and social cooperation. *Behavioral Processes*, 47, 65-72.
- Camerer, C. F. (2003). *Behavioral game theory: Experiments in strategic interaction*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.
- Fleshler, M., & Hoffman, H. (1962). A progression for generating variable interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 5, 529-530.
- Gintis, H. (2007). Unifying the behavioral sciences. *Behavioral and Brain Sciences*, 30, 1-16.
- Hake, D. F., & Olvera, D. (1978). Cooperation, competition, and related social phenomena. En A. C. Catania, & T. A. Brigham (Eds.) *Handbook of applied behavior analysis: Social and instructional processes* (pp. 208-245). New York: Irvington Publishers, Inc.
- Hake, D. F., & Vukelich, R. (1972). A classification and review of cooperation procedures. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 35, 109-124.
- Keller, F. S., & Schoenfeld, W. N. (1950). *Principles of psychology*. New York: Appleton Century Crofts.
- Kollock, P. (1998). Social dilemmas: The anatomy of cooperation. *Annual Review of Sociology*, 24, 183-214.
- Mellers, B. (1982). Equity judgment: A revision of Aristotelian views. *Journal of Experimental Psychology: General*, 111, 242-270.
- Rapoport, A., & Chammah, A. M. (1965). *Prisoner dilemma*. Michigan, Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Santoyo, V. C. (1992). *El análisis contextual de la equidad: Un proceso de elección interdependiente*. Tesis de Doctorado en Análisis Experimental de la Conducta, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Santoyo, V. C., Ménez, D., & Prado, R. (1991). Elección social interdependiente: El caso de los intercambios equitativos. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 17, 101-118.

- Schmitt, D. R. (1998). Social Behavior. En K. A. Lattal, & M. Perone (Eds.) *Handbook of research methods in human operant behavior* (pp. 471-505). New York: Plenum Press.
- Shimoff, E., & Matthews, B. A. (1975). Unequal reinforcer magnitudes and relative preference for cooperation in the dyad. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 24, 1-16.
- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms*. New York: Appleton Century Crofts.
- Skinner, B. F. (1953). *Science and human behavior*. New York: Appleton Century Crofts.

## **Correlación entre Miedo Incondicionado y la Primera Reacción a la Disminución y Extinción de un Reforzador Apetitivo**

Giselle Kamenetzky, Lucas Cuenya & Alba Elisabeth Mustaca<sup>1</sup>  
Universidad de Buenos Aires

### **Resumen**

Cuando las ratas tienen acceso a una solución azucarada al 32% y luego la concentración disminuye al 4%, los animales consumen o permanecen en contacto con el bebedero menos tiempo que los animales que siempre consumieron la solución al 4%. A este fenómeno de Contraste Sucesivo Negativo consumatorio (CSNc) se le considera un modelo animal de frustración. Existe evidencia de que en una prueba de luz-oscuridad, las ratas prefieren permanecer en el compartimiento oscuro, lo que sugiere una respuesta de miedo incondicionado hacia lugares claros. Se presentan dos experimentos en los que se evaluó la preferencia de ratas en una prueba de luz-oscuridad y a un CSNc (Experimento 1) y a una Extinción Consumatoria (Ec, acceso a un bebedero vacío, Experimento 2) para evaluar la correlación entre la primera reacción a la devaluación u omisión de reforzadores con las respuestas de miedo incondicionado a los lugares oscuros. Las ratas que permanecieron más tiempo en el lugar oscuro permanecieron menos tiempo en contacto con el bebedero durante el primer ensayo de devaluación del reforzador (Experimento 1) y durante el primer minuto del primer ensayo de Ec (Experimento 2). Esos resultados se discuten en relación con las teorías de Amsel (1958), Gray (1987) y Flaherty (1996).

*Palabras claves:* Miedo incondicionado, Frustración, Diferencias individuales, Ratas.

## **Correlation between Unconditional Fear and the First Reaction to the Decline and Extinction of an Appetitive Reinforcer**

### **Abstract**

When rats have access to a 32% sucrose solution and the concentration is decreased to 4%, the animals drink less than those that were always exposed to the 4% solution. This phenomenon is called consummatory Successive Negative Contrast (cSNC) and is considered an animal model of frustration. Existing evidence shows that in a light-dark test, rats prefer to stay in the dark compartment, which suggests an unconditioned fear response to illuminated places. Two experiments were conducted in which the preference of rats in a light-dark test was assessed during a cSNC (Experiment 1) and during a Consummatory Extinction (Ec, access to an empty water tube, Experiment 2) in order to assess the correlation between the first reaction to the devaluation or to the omission of reinforcers with unconditioned fear responses to dark places. Results showed that the rats that spent more time in the dark place spent less time in contact with the water tube during the first reinforcer-devaluation trial (Experiment 1) and during the first minute of the first Ec trial (Experiment 2). The relation of these results and Amsel (1958), Gray (1987), and Flaherty's theories is discussed.

*Key Words:* Unconditioned fear, Frustration, Individual differences, Rats.

---

<sup>1</sup> Enviar correspondencia a la Dra. Alba Elisabeth Mustaca. Laboratorio de Psicología Experimental y Aplicada (PSEA), Instituto de Investigaciones Médicas (IDIM - CONICET), Combatientes de Malvinas 3150 1428 Bs. As. Correo electrónico E-mail: albamustaca@gmail.com; mustaca@psi.uba.ar.  
© UNAM Facultad de Psicología, 2011

Ciertos eventos en la vida de las personas son traumáticos. Por ejemplo, Scully, Tosi, y Banning (2000) mostraron que los 10 eventos percibidos como más estresantes por una persona son, en orden de importancia: muerte del cónyuge, divorcio, separación, encarcelamiento, muerte de un familiar cercano, daño personal o enfermedad, casamiento, pérdida del trabajo, reconciliación marital y retiro laboral. La mayoría de estos hechos tienen varios factores en común, uno de los cuales es la disminución o la pérdida de reforzadores positivos (primarios y/o secundarios) que los sujetos recibían en el pasado. Aún en casos extremadamente trágicos, algunas personas muestran una capacidad de recuperación sorprendente y otras llegan a enfermarse o padecer alteraciones permanentes. Esto muestra que existen importantes diferencias individuales a la hora de enfrentarse con situaciones adversas.

La psicología estudia extensamente cómo esas experiencias afectan a las personas bajo la denominación de efectos de frustración o efectos paradójicos del reforzamiento (Amsel, 1958) con modelos animales relativamente sencillos que permiten evaluar qué mecanismos están implicados en esos eventos. La frustración se define como el estado del organismo provocado cuando se omite o disminuye la cantidad o calidad de un reforzador apetitivo en presencia de señales previamente asociadas a un reforzador de mayor magnitud (Amsel, 1958). En el Contraste Sucesivo Negativo consumatorio (CSNc), si a un grupo de ratas se les da acceso a una solución azucarada al 32% en ensayos de 5 minutos durante 10 días (fase de precambio), y luego se les cambia la solución al 4% (fase de postcambio), su consumo o tiempo de contacto con el bebedero (TB) será significativamente menor que el de las ratas que sólo reciben la solución al 4% durante todo el entrenamiento. Ese efecto es transitorio, dura unos 3-5 ensayos hasta que los animales alcanzan a responder igual que los animales que siempre recibieron la solución al 4% (e.g., Mustaca et al., 2005). En la extinción consumatoria (Ec) los animales son expuestos al bebedero vacío después de consumir soluciones apetitivas (e.g., Freidin, Trejo, & Mustaca, 2005; Mustaca, Freidin, & Papini, 2002).

Dos de las teorías más abarcativas y generales que explican estos fenómenos son la teoría de la frustración de Amsel (1958) y la neurofisiológica de Gray (1987). En su elegante teoría, Amsel (1958) afirmó que los animales aprenden a anticipar la recompensa cuando se encuentran frente a estímulos que anteriormente fueron asociadas al reforzador. Cuando el animal se encuentra por primera vez ante un refuerzo peor al esperado, se produce una reacción incondicionada que llama frustración primaria a consecuencia de la discrepancia que encuentra entre el reforzador esperado y el obtenido. Esta reacción aversiva es análoga a la que los sujetos exhiben cuando se les aplican reforzadores negativos incondicionados, como por ejemplo choques eléctricos. La frustración primaria se asocia a los estímulos presentes durante esta experiencia, provocando que posteriores presentaciones de estos estímulos produzcan una reacción de frustración condicionada. La anticipación del evento aversivo genera respuestas de evitación y da lugar a un conflicto entre la anticipación de una recompensa devaluada (inducida por la presencia de solución azucarada y la privación de alimento) y la anticipación de la frustración, que instiga la evitación del sitio asociado al reforzador devaluado.

Gray (1987) propuso un modelo neurobiológico para explicar la frustración. Brevemente, este modelo postula la existencia de un comparador de recompensas que recibiría de la memoria información almacenada de la calidad y cantidad de recompensa esperada en un momento frente a la presencia de señales específicas del ambiente. Esta información sería luego comparada con la recompensa efectivamente obtenida. Si la recompensa obtenida es menor a la esperada, el comparador de recompensa envía un impulso al sistema ataque-huída (sistema que detecta los estímulos aversivos incondicionados). De este modo la devaluación de un reforzador esperado activará el mismo mecanismo que la presentación de estímulos aversivos. Gray (1987) propuso que este comparador de recompensas estaría ligado a la actividad del sistema septo-hipocámpico. La omisión de una recompensa esperada tendría consecuencias similares a las del castigo, provocando estados funcionales y fisiológicos similares a los del miedo.

Flaherty (1996), en cambio, propuso un modelo de múltiples etapas para el CSNc. En la primera etapa, la respuesta inicial a la disminución del refuerzo (Ensayo 1) involucra procesos de detección del cambio, rechazo a consumir la solución devaluada y búsqueda de la solución del precambio. Esta respuesta inicial se considera predominantemente cognitiva, debido a que existe un proceso de comparación de la memoria del reforzador anterior con el presente y la búsqueda de la sustancia perdida. La segunda etapa, implica un mecanismo distinto. Esta fase involucra la respuesta de estrés, y también un conflicto entre acercarse a la solución al 4% (porque sigue siendo algo apetitivo en valor absoluto), y retirarse y seguir buscando (porque el valor relativo es menor al ser comparado con el recuerdo de la solución al 32%). Durante esta etapa de conflicto se eleva la Corticosterona y son efectivas las drogas ansiolíticas (Flaherty, Becker, & Pohorecky, 1985; Mitchell & Flaherty, 1998).

Tanto Amsel (1958) como Gray (1987) coincidieron en el carácter aversivo de la frustración desde el comienzo de la devaluación del refuerzo, en tanto que Flaherty (1996) sugirió que los factores emocionales predominan en una segunda etapa.

Numerosos resultados experimentales confirman que la omisión de reforzadores apetitivos está asociada a reacciones fisiológicas y neurales análogas a las respuestas que desencadenan la presentación de estímulos aversivos. Algunas de ellas son el aumento en la actividad general, en la emocionalidad y en la variabilidad de la respuesta, agresión en procedimientos instrumentales y sometimiento en el CSNc y en la Ec, escape, aumento de corticosterona en el plasma sanguíneo, emisión de un olor característico en ratas y de ultrasonidos relacionados con eventos aversivos en ratas infantiles, llantos en bebés, etc. (ver Mustaca et al., 2005 Papini & Dudley, 1997). Por otra parte, se mostró que agonistas de receptores opioides, involucrados en la reducción del dolor, también reducen el CSNc durante la primera sesión de postcambio (Rowan & Flaherty, 1987). Además, la respuesta se atenúa a partir del segundo ensayo de la fase de postcambio con la administración de agentes que provocan efectos ansiolíticos como el Diazepam (Mustaca, Bentosela, & Papini, 2000), el

Amobarbital (Flaherty, 1996) y el Etanol (e.g., Kamenetzky, Mustaca, & Papini, 2008).

Por otra parte, existen algunos resultados experimentales que indican que la intensidad o duración de la respuesta de frustración exhibe variaciones individuales. Para estos estudios se emplean a menudo cepas endocriadas por cruzamiento selectivo que expresan conductas extremas en una dimensión temperamental dada, aportando evidencia de que ella se encuentra, en parte, determinada genéticamente (Flaherty, 1996; Steimer & Driscoll, 2005). Flaherty afirmó que hay un rango de diferencias individuales en el grado de decremento del consumo cuando a las ratas se les devalúa el refuerzo. En una investigación utilizó como medida la tasa de cambio (frecuencia de lameteos en el primer ensayo de postcambio / frecuencia en el último ensayo de precambio) e inició un programa de cría selectiva. Obtuvo líneas que diferían en la magnitud del contraste (grande y pequeño). Los animales de ambas líneas difirieron en actividad, pero esta medida no correlacionó con el CSNc. Ambos grupos no difirieron en su respuesta ante los valores absolutos de los reforzadores (32% y 4%), ni respecto del valor reforzante de la cocaína, ni en el contraste anticipatorio (Flaherty, Krauss, Rowan, & Grigson, 1994).

Otros ejemplos de estudios de diferencias individuales en la reacción ante la devaluación de incentivos se realizaron con las ratas Romanas de alta (RHA) y baja evitación (RLA), seleccionadas por su excelente (RHA) o pobre capacidad (RLA) para aprender la tarea de evitación activa en dos sentidos. Las ratas RLA muestran más reactividad emocional en pruebas estándar de miedo/ansiedad (Steimer & Driscoll, 2005). Estas diferencias de cepa también aparecen en situaciones de frustración, y podrían estar vinculadas con la expresión diferencial de determinados genes (e.g., Torres et al., 2005). Se halló que las ratas RHA no mostraron el efecto de reforzamiento parcial en el contraste en procedimientos instrumentales (Gómez et al., 2008), pero sí en procedimientos consumatorios (Cuenya, Sabariego, Fernández Teruel, Mustaca, & Torres, en preparación), mostrando las complejas relaciones entre factores genéticos y de aprendizaje.

En otro trabajo, Pellegrini, Wood, Daniel, y Papini (2005) también mencionaron la existencia de diferencias individuales en la recuperación de la disminución de incentivo (32% a 4%). Ellos estudiaron la relación entre la variación individual en la recuperación del contraste y la sensibilidad al Naloxone, un antagonista de los receptores opioides, mediante una prueba de actividad locomotora. La actividad tendió a decrecer más rápidamente en ratas clasificadas como de recuperación rápida, en comparación con las de recuperación lenta del CSNc. El estudio de las diferencias individuales en la velocidad de recuperación de una disminución de incentivo y su relación con la eficacia de algunos componentes del sistema opioide, podría facilitar la comprensión acerca de la resiliencia o la vulnerabilidad frente a situaciones traumáticas. Una posible explicación podría radicar en la variabilidad genética de los receptores opioides, tema íntimamente relacionado con el riesgo de desarrollo de adicciones a sustancias de abuso (Papini, Wood, Daniel, & Norris, 2006). Relacionado con estos datos, Mustaca y Papini (2005) mostraron que había una correlación negativa en el umbral de percepción de dolor medido inmediatamente después del

segundo ensayo de la devaluación del reforzador devaluado en un CSNc y el consumo en ese mismo ensayo. Esta asociación no se encontró en los animales que siempre consumieron 4% de solución azucarada y tampoco durante el primer día del ensayo de la fase de postcambio. Estos resultados sugieren que el estrés generado durante la devaluación del reforzador estaría asociado a una activación diferencial del sistema opioide inmediatamente o después de tener alguna experiencia previa con la disminución del incentivo. Otros estudios con humanos mostraron que los individuos ansiosos son más sensibles a la pérdida de los reforzamientos sociales que los menos ansiosos (e.g., Zadro, Boland, & Richardson, 2006), y que sujetos con un umbral bajo ante el dolor físico (tiempo de exposición a un calor intenso en el antebrazo) son también aquellos que sienten más intensamente la pérdida de reforzadores sociales (e.g., ser excluidos de un juego; Eisenberger, Jarcho, Lieberman, & Naliboff, 2006). De estos datos se puede inferir que las expresiones de “dolor en el alma” y similares que se utiliza para definir lo que se siente ante pérdidas importantes dejan de ser metáforas para convertirse en hechos mensurables y objetivos.

Una predicción que se desprende tanto de la teoría de Gray (1987) como de la de Amsel (1958) y de los estudios sobre diferencias individuales es que los sujetos con una mayor reactividad ante estímulos incondicionados aversivos también tendrían que expresar una mayor frustración primaria (Papini, 2003). En cambio el modelo de Flaherty (1996) no predice dicha relación. Uno de los modelos utilizados para la evaluación de respuestas incondicionadas de miedo en ratas es la prueba de luz-oscuridad, también llamada prueba de preferencia de lugar, propuesta por Crawley y Goodwin (1980), teniendo en cuenta que los roedores sin entrenamiento previo permanecen más tiempo en los lugares oscuros que en los claros y luminosos cuando tienen disponibles ambas opciones. La prueba de luz-oscuridad permite al animal explorar libremente dos compartimentos interconectados que varían en tamaño, color y/o iluminación y se mide el tiempo de permanencia en el lugar oscuro versus el lugar claro y el número de transiciones entre los dos compartimentos (Holmes, Iles, Mayell, & Rodgers, 2001). Los agentes ansiogénicos provocan menor cantidad de transiciones de un compartimento al otro y un menor tiempo de permanencia en el lugar luminoso, y las drogas de efectos ansiolíticos aumentan el tiempo que los animales permanecen en el lugar claro (e.g., Chaouloff, Durand, & Morméde, 1997).

Los objetivos de los siguientes experimentos fue determinar si existe una correlación entre la frustración primaria y el miedo incondicionado de las ratas hacia lugares luminosos y de este modo dar más apoyo empírico a las teorías de Amsel (1958) y Gray (1987) y al estudio de las diferencias individuales en las reacciones a situaciones adversas. La frustración se provocó a través de un CSNc (Experimento 1) y de una extinción consumatoria (Ec, Experimento 2). A los mismos animales se los evaluó en una prueba de luz-oscuridad para establecer la asociación entre las dos medidas: miedo a los lugares oscuros y ante la devaluación (CSNc) u omisión de reforzadores apetitivos (Ec). Se predijo que las ratas con una mayor supresión de contacto con el bebedero en el primer ensayo de devaluación del reforzador o del Ec (frustración primaria) serían también las que permanecerían más tiempo en el lugar oscuro (mayor aversión a los lugares

luminosos) en la prueba de luz-oscuridad. Las diferencias individuales están sugeridas si se muestra una correlación significativa entre ambas pruebas.

## Experimento 1

### Método

#### *Sujetos*

Se utilizaron 25 ratas Wistar macho adultas, criadas en el bioterio del Instituto de Investigaciones Médicas Dr. Alfredo Lanari. Los animales pertenecían a un experimento de CSNc que relacionó el TB con un condicionamiento de lugar que usó etanol, pero para este experimento se seleccionaron los animales controles que nunca recibieron administraciones de etanol, para no confundir los resultados del experimento con los efectos del etanol. Los animales tenían aproximadamente 90 días de edad al comienzo del estudio, y sus pesos ad libitum variaron entre 336 g y 492 g. Se colocaron en jaulas individuales de alambre en una sala mantenida a 23° C y con un ciclo de luz-oscuridad 12:12 (las luces se encendían a las 6 hs y se apagaban a las 18 hs). Durante todo el experimento las ratas tuvieron libre acceso a agua. Aproximadamente cinco días antes del inicio del experimento, la comida se limitó para reducir el peso de cada animal hasta un nivel del 85% de su peso inicial, el cual se mantuvo durante todo el experimento.

#### *Aparatos*

Se utilizaron cuatro cajas marca MED®, de 30 cm de frente, 24 cm de profundidad y 24 cm de alto de piso a techo, cuyas medidas eran 21 cm de alto desde el techo a la rejilla de barras de aluminio de 0.4 cm de diámetro, separadas unas de otras por espacio de 1.1 cm. Sobre una pared lateral, había un hueco de 5 cm de ancho, 5 cm de alto y 3.5 cm de profundidad, ubicado 1 cm por sobre el piso de barras. El tubo de vidrio del bebedero se insertó en el orificio desde fuera de la caja, sobresaliendo aproximadamente 2 cm dentro de la misma. Los sujetos debían introducir su cabeza en el hueco para consumir el refuerzo. Al alcanzar el tubo del bebedero, los animales interrumpían un haz de luz (en unidades de 0.01 s) de un par de celdas fotoeléctricas ubicadas al costado del bebedero. El software de computadora MED-PC® permitió registrar el tiempo que los animales interrumpían el haz de luz. El tiempo de contacto con el bebedero (TB) fue la variable dependiente del CSNc y del Ec. En la pared opuesta al bebedero, se colocó una luz que iluminaba la caja durante la sesión. Se utilizó ruido blanco para ensombrecer sonidos asistemáticos y un ventilador para facilitar la circulación de aire en la caja. Cada caja estaba inserta en un cubículo de madera con puertas que podían cerrarse para lograr un mayor aislamiento. Como reforzadores se utilizaron soluciones azucaradas de 32% y 4% (p/v), preparadas con azúcar comercial diluida en agua de la canilla. Para la solución al 32% se diluyó 160 g de



azúcar en agua, hasta alcanzar 500 ml de solución total. La solución al 4 % se preparó diluyendo 20 g de azúcar en agua, hasta lograr 500 ml de solución.

Cajas de luz-oscuridad. Se construyeron cuatro cajas con acrílico que consistían en dos compartimientos de 35 cm de ancho, 40 cm de longitud y 30 cm de altura, separados entre sí por un tabique de acrílico negro. Uno de los lugares, denominado lugar blanco (LB), tenía una pared negra con rayas verticales de color blanco, una pared blanca y dos paredes negras. El piso estaba cubierto con una malla de alambre. El otro compartimiento, lugar negro (LN), tenía una pared negra y tres negras con rayas verticales blancas. El piso era negro y liso, del mismo material que el resto de la caja. Las cajas se abrían desde la pared frontal. Ambos contextos estaban iluminados con una lámpara de 15 W y el cuarto experimental se iluminaba con una luz roja. La medida dependiente fue el tiempo de permanencia del animal en cada contexto durante las pruebas de luz-oscuridad, medida en segundos. Para medir el tiempo de permanencia en cada contexto, se utilizaron cronómetros de mano. Se consideró que el animal estaba en un contexto determinado cuando sus cuatro patas cruzaban la línea central que dividía ambos lugares.

### *Procedimiento*

Las ratas entrenaron en un CSNc y en una prueba de luz-oscuridad con un intervalo entre las pruebas de 24 hs. Se contrabalanceó el orden de presentación de las pruebas de modo que a la mitad de los animales se los evaluó en la prueba de luz- oscuridad 24 hs. antes y a la otra mitad después de 24 hs. del entrenamiento en el CSNc. Para una mejor comprensión se describirá cada procedimiento por separado.

CSNc. Se establecieron dos grupos: Grupo 32-4, ( $n = 15$ ) expuesto a una solución azucarada al 32% durante la fase de precambio (Ensayos 1-10) y a otra al 4% durante la fase de postcambio (Ensayos 11 a 15) y Grupo 4-4 ( $n = 10$ ) expuesto a la solución azucarada durante todos los ensayos (Ensayos 1-15). El día previo al comienzo del experimento, todos los sujetos recibieron acceso a la solución correspondiente a la fase de precambio (32% o 4%, dependiendo del grupo asignado), en sus cajas hogar para evitar que se produjeran efectos de neofobia al comienzo del entrenamiento. Se colocó una botella con 20 ml de solución durante 20 min en sus cajas-hogar. El entrenamiento en CSNc comenzó al día siguiente. Los ensayos consistieron en colocar a cada rata en una de las cajas de condicionamiento donde tenían acceso a un bebedero con la solución azucarada correspondiente durante 5 min. contados a partir que el animal realizaba el primer contacto con el bebedero, dado que interrumpía el haz de luz y comenzaba el contador de la caja a medir el tiempo (ver aparatos). Se entrenaron grupos de cuatro ratas en forma simultánea, una en cada una de las cuatro cajas de condicionamiento. Para un mejor control experimental el orden de entrenamiento de los grupos cambió diariamente. La Tabla I muestra el esquema de los diseños de CSNc y del Ec.

Tabla 1

*Esquema del diseño experimental del contraste sucesivo negativo consumatorio (CSNc, Experimento 1) y de la extinción consumatoria (Ec, Experimento 2).*

Grupos	Fase 1	Fase 2
CSNc (Experimento 1)	Precambio (Ensayos 1-10)	Postcambio (Ensayos 11-15)
Experimental	32% solución azucarada	4% solución azucarada
Control	4% solución azucarada	4% solución azucarada
Ec (Experimento 2)	Adquisición (Ensayos 1-10)	Extinción (Ensayos 11-13)
Experimental	32% solución azucarada	Bebedero vacío

Prueba de luz-oscuridad. Se colocó a cada sujeto en el centro de la caja y se le permitió moverse libremente durante 15 min. La variable dependiente fue el tiempo que el animal permaneció en cada compartimiento. Esta medida la registraron dos observadores independientes. La confiabilidad entre observadores se calculó dividiendo el intervalo de tiempo más corto entre el intervalo más largo registrado, por 100. El coeficiente de confiabilidad entre observadores fue mayor al 90%.

El TB y el tiempo que permanecía en el LN en la prueba de luz-oscuridad fueron sujetos a análisis de varianza y ambas variables se evaluaron con el coeficiente de correlación de Pearson. El nivel de significación alfa se estableció en .05.

## Resultados

La Figura 1 muestra los resultados del TB en el CSNc. Todos los animales consumieron la solución azucarada durante el primer ensayo de entrenamiento, mostrando que no hubo evidencias de neofobia al sabor. En el CSNc, la ejecución durante los Ensayos 1-10 de la fase de precambio mostró un incremento del TB a lo largo de los ensayos, con puntuaciones levemente más altas en los animales que recibieron agua azucarada al 32%, en comparación con los que recibieron 4%. Un análisis de varianza de 2 (solución: 4%, 32%) x 10 (ensayo, 1-10) indicó un efecto significativo de adquisición durante los ensayos,  $F(9, 144) = 15.46$ ,  $p < .0001$ , pero no hubo diferencias significativas entre las condiciones de solución azucarada, ni para la interacción solución x ensayo ( $p > .05$ ). Durante la fase de postcambio, las ratas del Grupo 32-4 mostraron un fuerte efecto de CSNc, al disminuir abruptamente el TB por debajo del grupo control. Un análisis de varianza de solución (4%, 32%) x ensayo (11-15) mostró diferencias significativas entre las condiciones de solución,  $F(1, 16) = 8.38$ ,  $p < .01$  y de ensayo,  $F(4, 64) = 5.40$ ,  $p < .001$ , sin diferencias significativas en la interacción de solución x ensayo ( $p > .05$ ).

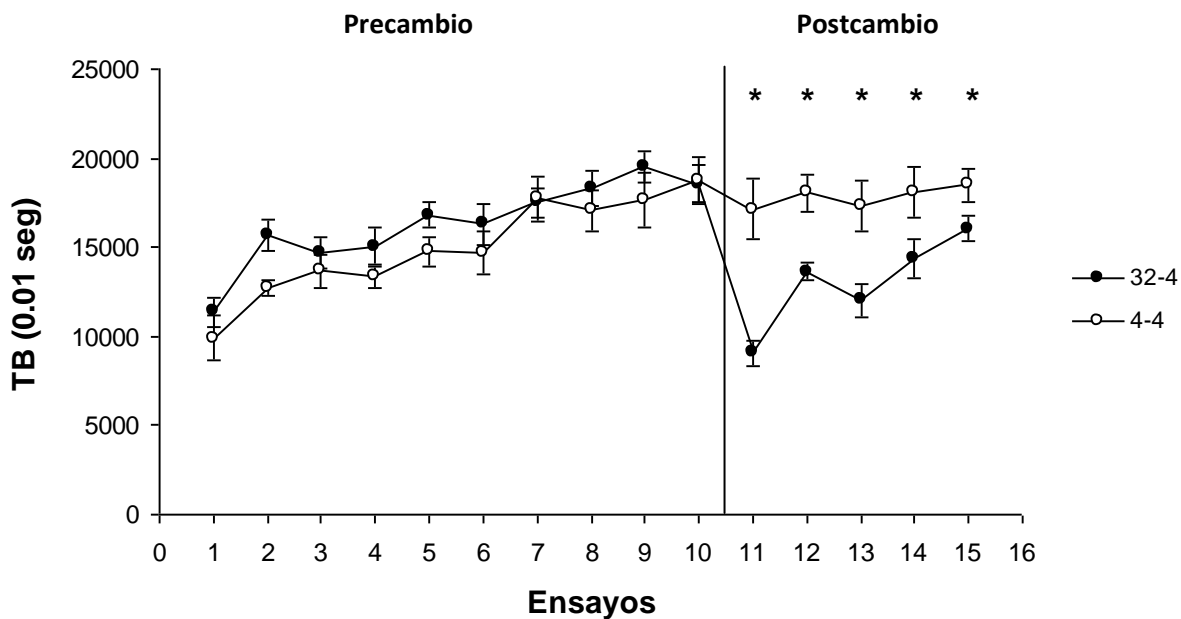


Figura 1. Promedio ( $\pm$  error estándar) del tiempo de bebedero (0.01 seg.) en función de la magnitud del reforzador en la fase de precambio (32% y 4% de solución azucarada, Grupo 32-4 y Grupo 4-4). Todos los grupos recibieron 4% de solución azucarada en la fase de postcambio.

En la prueba de luz-oscuridad el Grupo 32-4 permaneció en LN un promedio de 577 s, desviación estándar = 130 y el Grupo 4-4, 508 s, desviación estándar = 94. Un Anova de medidas independientes no mostró diferencias significativas entre ambos grupos,  $F(1, 23) = 2.40$ ,  $p > .05$ . Dado que ambos grupos presentaron un tiempo en el LN similar, se aplicó una prueba  $t$  de un solo grupo, la cual arrojó diferencias significativas,  $t(24) = 16.36$ ,  $p < .0001$ . Esto significa que los animales prefirieron permanecer en el LN por encima del azar.

Los resultados que más interesan son las relaciones entre el tiempo que cada animal permaneció en el LN y en contacto con el bebedero durante los ensayos de postcambio. En la Figura 2 se presenta las correlaciones entre el tiempo de permanencia en el LN en la prueba de luz-oscuridad y del TB durante los ensayos 11 y 12. Los animales del grupo 4-4 no mostraron evidencias de una correlación entre estas dos medidas,  $r(10) = 0.23$ ,  $p > .52$ . En cambio, los animales expuestos al cambio de la solución azucarada (32% a 4%) mostraron una correlación negativa significativa entre el tiempo de permanencia en el LN y el TB en el ensayo 11,  $r(8) = -0.73$ ,  $p < .04$ . No se observaron correlaciones entre estas dos medidas en el ensayo 12 (el segundo ensayo de la fase de postcambio) en ninguno de los dos grupos ( $p > .05$ ). Una falta de relación similar entre ambas medidas se observó en los ensayos 13-15 y en el último ensayo de precambio ( $p > .05$ ).

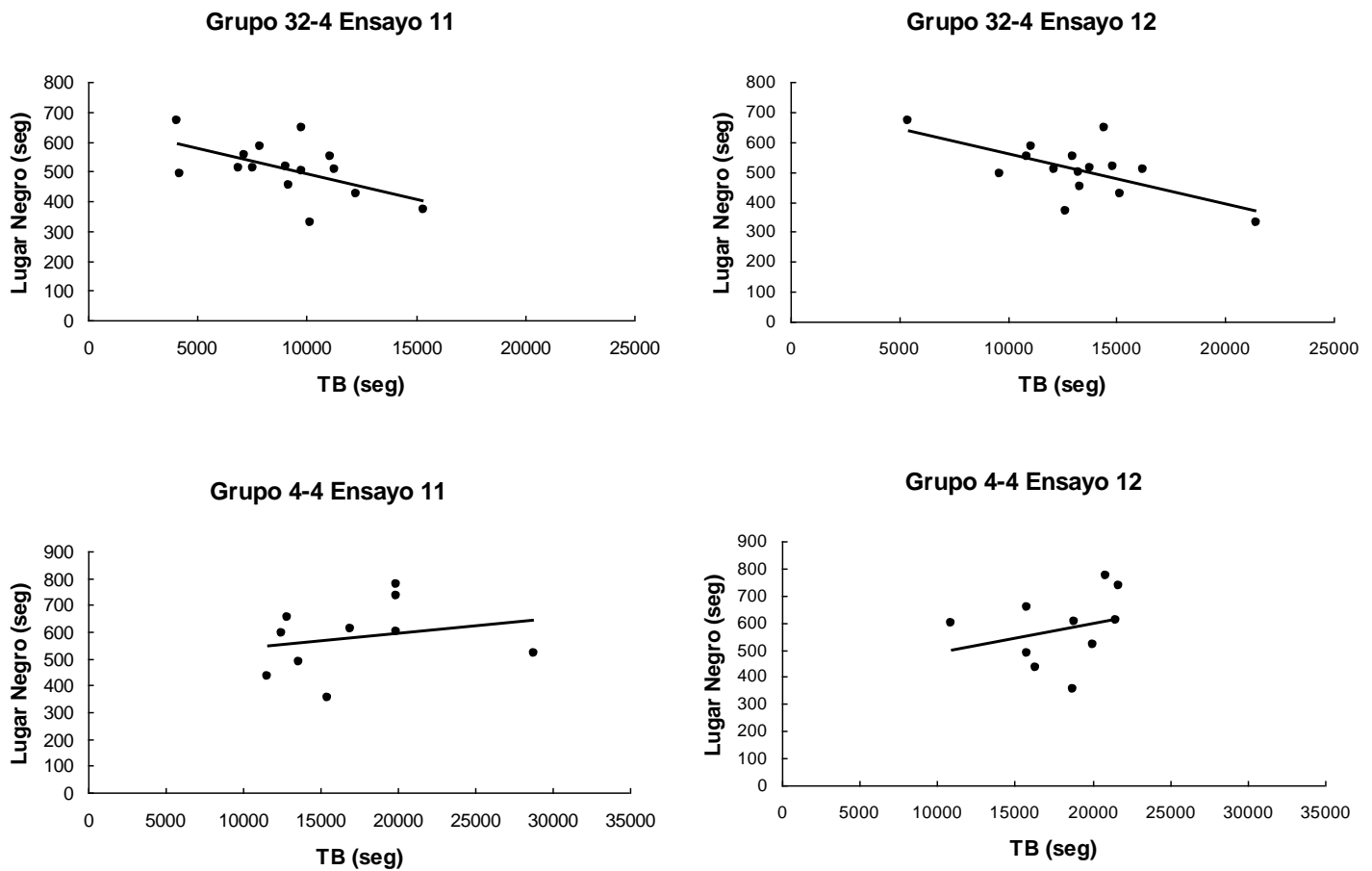


Figura 2. Correlación de Pearson entre tiempo de bebedero durante los Ensayos 11 y 12 del CSNc (primer y segundo ensayo de la fase de postcambio) y tiempo (s) que los animales del Grupo 32-4 (paneles de arriba) y del Grupo 4-4 (paneles de abajo) permanecieron en el lugar negro de la prueba de luz-oscuridad.

## Experimento 2

### Método

#### Sujetos

Se utilizaron 15 ratas Wistar machos, criadas en el bioterio del Instituto de Investigaciones Médicas Dr. Alfredo Lanari. Tenían aproximadamente tres meses de edad al comienzo del experimento. Los pesos ad libitum variaron entre 352 y 513 g. Las condiciones de privación y de mantenimiento fueron exactamente iguales a las del Experimento 1.

### *Aparatos*

Se utilizaron las mismas cajas de condicionamiento y cajas de prueba de luz-oscuridad descritas en el Experimento 1.

### *Procedimiento*

El procedimiento fue igual al descrito en el Experimento 1, a excepción de: 1) hubo un solo grupo de animales entrenados en una Ec: 10 ensayos expuestos a la solución azucarada al 32% y tres ensayos expuestos al bebedero vacío (total: 13 ensayos) ; 2) durante la extinción recibieron inyecciones de salina en los ensayos previos de extinción porque pertenecían a un experimento que evaluó los efectos del etanol en un condicionamiento de lugar y 3) la prueba de luz-oscuridad duró 10 min. y se administró 24 hs. después de la Ec. El coeficiente de confiabilidad en la prueba de preferencia de lugar fue superior al 90%.

### **Resultados**

La Figura 3 muestra el promedio de TB en función de los ensayos de adquisición y extinción. Se observó un aumento de TB durante la adquisición y una brusca disminución en los ensayos de extinción. Un ANOVA de medidas repetidas en los ensayos de adquisición arrojó diferencias significativas,  $F(1, 9) = 19.05$ ,  $p < .00001$ , lo mismo que en los ensayos de extinción,  $F(2, 28) = 10.12$ ,  $p < .0001$ .

En la prueba de luz-oscuridad, 14 sujetos permanecieron más tiempo en el LN (entre 317-483 s) y uno en el LB (275 s en LN). La prueba  $t$  de un grupo mostró un valor de  $t(14) = 5.74$ ,  $p < .0001$ . Esto indica que los sujetos prefirieron el LN por encima del azar.

Los correlaciones entre los Ensayos 11 y 12 en función de la prueba de luz-oscuridad no fueron significativas, probablemente debido a un efecto de piso en la medida de TB. Se procedió a analizar los resultados tomando los minutos 1 a 5 de los Ensayos 11 a 13 de la Ec, calculando las correlaciones correspondientes con el tiempo de permanencia en el LN durante la prueba de luz-oscuridad. La Figura 4 muestra los resultados del primer minuto durante los Ensayos 11 y 12. Se halló una correlación negativa significativa entre TB para el primer minuto del Ensayo 11 y el tiempo de permanencia en el LN,  $r(15) = -0.60$ ,  $p < .01$ . El resto de las correlaciones no fueron significativas y variaron entre -0.45 y -0.02,  $p > .05$ .

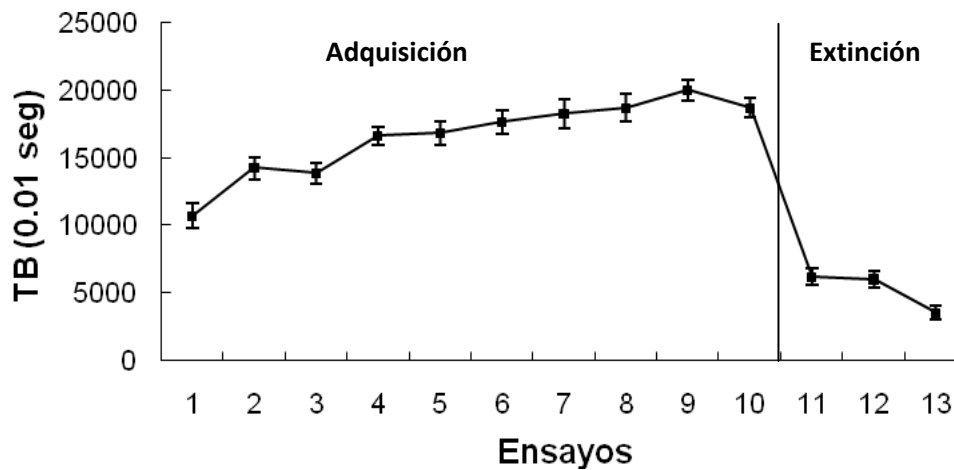


Figura 3. Promedio de tiempo de bebedero (TB) en función de los ensayos de adquisición (32% de solución azucarada) y de extinción consumatoria (bebedero vacío).

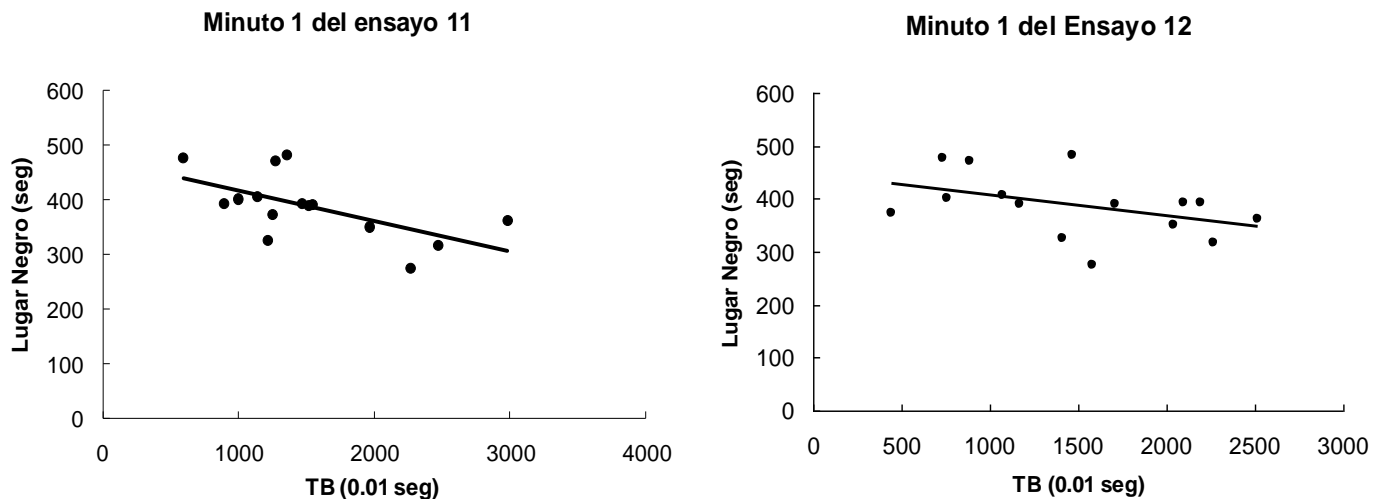


Figura 4. Correlación de Pearson entre tiempo de bebedero durante el primer minuto del ensayo 11 (panel izquierdo) y del primer minuto del ensayo 12 (panel derecho) y tiempo (s) que los animales permanecieron en el lugar negro de la prueba de luz-oscuridad.

## Discusión

Los resultados más relevantes de estos experimentos indicaron que los animales que diferencialmente mostraron una primera reacción más intensa ante la devaluación u omisión de reforzadores apetitivos también evitaron más permanecer en los lugares claros. Específicamente se halló una correlación negativa significativa entre la permanencia de los animales en contacto con el

bebadero durante el primer ensayo de devaluación del reforzador en un CSNc (Experimento 1) y en el primer minuto de una Ec (Experimento 2) con el tiempo de permanencia en el LN de los animales en la prueba de luz-oscuridad (mayor aversión a permanecer en el LB). Esta asociación no apareció en los animales que siempre consumieron una solución azucarada de 4% en el CSNc y desapareció durante los demás ensayos de la fase de postcambio. En la Ec la correlación significativa sólo apareció en el primer minuto del Ensayo 1. Si bien los animales del Experimento 2 habían recibido antes de la Ec inyecciones de salina (una variable no presente en el Experimento 1), es interesante que la correlación en el primer minuto de los ensayos de extinción haya sido consistente con los resultados del Experimento 1, lo que hace menos posible que esta correlación haya sido ocasionada por la administración de salina. De esta manera se estableció una relación entre dos respuestas incondicionadas, una asociada a la frustración primaria (reacción incondicionada a la disminución o extinción del incentivo; Amsel, 1958) y la otra asociada a una respuesta de miedo incondicionado a un lugar luminoso (Crawley & Goodwin, 1980).

De lo que se conoce, éste es el primer estudio que relaciona las respuestas de cada animal ante un estímulo incondicionado aversivo con la primera respuesta de los mismos ante la devaluación y omisión de un reforzador apetitivo esperado. Por lo cual, estas investigaciones deberán replicarse y generalizarse a otras pruebas que midan respuestas incondicionadas ante otros estímulos aversivos y de devaluaciones de reforzadores, para generalizarlos a otros ámbitos y de este modo otorgarle una mayor validez empírica a lo hallado en esta investigación.

Aunque estos experimentos miden respuestas conductuales, los resultados apoyan indirectamente la teoría de Gray (1987) la cual afirma que el miedo y la frustración son respuestas emocionales que involucran los mismos circuitos neurales. Los experimentos futuros deberán evaluar esta posibilidad midiendo simultáneamente ambas respuestas: las conductuales y las cerebrales.

Estos resultados también son acordes con la teoría de Amsel (1958), que considera que la primera reacción hacia la devaluación u omisión de reforzadores apetitivos es una respuesta incondicionada similar a la presentación de estímulos aversivos. En cambio los datos no apoyan la teoría de las etapas múltiples de Flaherty (1996), ya que ésta sugiere que los factores emocionales están presentes desde los primeros minutos de la devaluación u omisión de los incentivos y no en una segunda etapa.

Un posible mecanismo que podría asociar las respuestas ante la devaluación del reforzador y ante la prueba de luz-oscuridad es la activación del sistema opioide. Wood, Daniel, y Papini (2005) encontraron que la administración de morfina (un agonista opioide no selectivo) y DPDPE (un agonista selectivo del receptor  $\delta$ ) atenúa significativamente el CSNc cuando se administra antes del Ensayo 11. El subsistema del receptor  $\delta$ - podría estar selectivamente involucrado en la respuesta inicial a la devaluación del reforzador. Por otra parte, hay evidencias previas que muestran que el sistema opioide está implicado en las respuestas inducidas por estímulos aversivos, ya que esos comportamientos pueden ser regulados por agonistas y antagonistas opioides (Olson, Olson, & Kastin, 1995). Por ejemplo, la estimulación de receptores opioides con morfina

provoca una disminución en la atención y la inmovilidad defensiva y aumenta los umbrales de las respuestas de escape ante estímulos aversivos y bloqueantes de receptores opioides no específicos aumentan los umbrales de comportamientos de defensa (Calvo & Coimbra, 2006). El estrés provocado por la anticipación de un ataque después de un ataque real breve es una respuesta mediada por el sistema opioide. La morfina suprime los comportamientos de escape y las vocalizaciones y el DPDPE atenúa las vocalizaciones de ultrasonidos y el comportamiento defensivo. Ambos opiáceos reducen la analgesia asociada con el estrés (Olson et al., 1995). Vergura et al. (2008) demostraron, en ratones, que la administración de UFP-512, un agonista opioide selectivo del receptor  $\delta$ , reduce las respuestas de ansiedad en el laberinto en cruz elevado y en el prueba de luz-oscuridad. Todas estas acciones del UFP-512 se eliminaron completamente con la administración del antagonista opioide Naltrindona. Todos estos datos muestran que el sistema opioide está probablemente implicado en las respuestas de miedo evaluados en la prueba de luz-oscuridad. Para poner a prueba estas hipótesis será necesario realizar investigaciones usando agonistas y antagonistas opioides selectivos en animales sometidos a devaluaciones del reforzador y a pruebas de preferencia de lugar.

Por otra parte, este estudio agrega datos acerca de las diferencias individuales que expresan los organismos ante situaciones de pérdida de reforzadores positivos y sugiere que están asociadas a las respuestas de miedo. En conclusión, este trabajo muestra una consistencia entre la manera de responder ante situaciones de pérdida o devaluación de refuerzos y las reacciones ante otras situaciones naturalmente aversivas para los animales, lo que sugiere que estas dos respuestas activan mecanismos neurobiológicos análogos (Gray, 1987) y que existen diferencias individuales ante estas reacciones, por lo cual los estudios sobre el sufrimiento psicológico deben tener en cuenta las características de los sujetos.

## Referencias

- Amsel, A. (1958). The role of frustrative nonreward in noncontinuous reward situation. *Psychological Bulletin*, 55, 102-119.
- Calvo, F., & Coimbra, N.C. (2006). Interactions between opioids-peptides-containing pathways and GABA<sub>A</sub>-receptors-mediated systems modulate panic-like-induced behaviors elicited by electric and chemical stimulation of the inferior colliculus. *Brain Research*, 1104, 92-102.
- Chaoulouff, F., Durand, M., & Morméde, P. (1997). Anxiety- and activity-related effects of diazepam and chlordiazepoxide in the rat light/dark and dark/light tests. *Behavioural Brain Research*, 85, 27-35.
- Crawley, J., & Goodwin, F. K. (1980). Preliminary report of a simple animal behavior model for the anxiolytic effects of benzodiazepines. *Pharmacology, Biochemistry & Behavior*, 13, 167-170.
- Cuenya, L., Sabariego, M., Fernández Teruel, A., Mustaca, A. E., & Torres, C. (En preparación). Frustration responses in psychogenetically selected rats:



- Effect of partial reinforcement on instrumental and consummatory successive negative contrast in male Roman high and low avoidance rats.
- Eisenberger, N. I., Jarcho, J. M., Lieberman, M. D., & Naliboff, B. D. (2006). An experimental study of shared sensitivity to physical pain and social rejection. *Pain, 126*, 132-138
- Flaherty, C. F. (1996). *Incentive relativity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Flaherty, C. F., Becker, H. C., Pohorecky, L. (1985). Correlation of corticosterone elevation and negative contrast varies as a function of postshift day. *Animal Learning & Behavior, 13*, 309-314.
- Flaherty, C. F., Krauss, K. L., Rowan, G. A., & Grigson, P. S. (1994). Selective breeding for negative contrast in consummatory behavior. *Journal of Experimental Psychology, 20*, 3-19.
- Freidin, E., Trejo, M. E., & Mustaca, A. E. (2005). Efecto del sobreaprendizaje en la extinción y restablecimiento de la respuesta consumatoria. *Revista Latinoamericana de Psicología, 37*, 167-180.
- Gómez, M. J., de la Torre, L., Callejas-Aguilera, J. E., Lerma-Cabrera, J. M., Rosas, J. M., Escarabajal, M. D., Agüero, A., Tobeña, A., Fernández-Teruel, A., & Torres, C. (2008). The partial reinforcement extinction effect (PREE) in female Roman high (RHA-I) and low avoidance (RLA-I) rats. *Behavioural Brain Research, 194*, 187-192.
- Gray, J. A. (1987). *The psychology of fear and stress*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Holmes, A., Iles, J. P., Mayell, S. J., & Rodgers, R. J. (2001). Prior test experience compromises the anxiolytic efficacy of chlordiazepoxide in the mouse light/dark exploration test. *Behavioural Brain Research, 122*, 159-167.
- Kamenetzky, G., Mustaca, A., & Papini, M. (2008). An analysis of the anxiolytic effects of ethanol on consummatory successive negative contrast. *Avances en Psicología Latinoamericana, 26*, 135-144.
- Mitchell, C., & Flaherty, C. H. (1998). Temporal dynamics of corticosterone elevation in successive negative contrast. *Physiology & Behavior, 64*, 287-292.
- Mustaca, A. E., Bentosela, M., & Papini, M. (2000). Consummatory successive negative contrast in mice. *Learning and Motivation, 31*, 272-282.
- Mustaca, A. E., Bentosela, M., Pellegrini, S., Ruetti, E., Kamenetzky, G. V., & Cuello, M. (2005). Aportes para la comprensión de la frustración. En J. Vivas (Ed.), *Las ciencias del comportamiento en los albores del siglo XXI* (pp.313-322). Buenos Aires, Argentina: Editorial Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Mustaca, A., Freidin, E., & Papini, M. (2002). Extinction of consummatory behavior in rats. *International Journal of Comparative Psychology, 3*, 1-10.
- Mustaca, A. E., & Papini, M. (2005). Consummatory successive negative contrast induces hypoalgesia. *International Journal of Comparative Psychology, 18*, 333-339.

- Olson, G. A., Olson, R. D., & Kastin, A. J. (1995). Endogenous opiates. *Peptides*, *17*, 1421-1466.
- Papini, M. R. (2003). Comparative psychology of surprising nonreward. *Brain, Behavior, and Evolution*, *62*, 83-95.
- Papini, M. R., & Dudley, R. T. (1997). Consequences of surprising reward omissions. *Review of General Psychology*, *3*, 275-285.
- Papini, M. R., Wood, M., Daniel, A. M., & Norris, J. N. (2006). Reward loss as psychological pain. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, *6*, 189-213.
- Pellegrini, S., Wood, M., Daniel, A., & Papini, M. R. (2005). Opioid receptors modulate recovery from consummatory successive negative contrast. *Behavioural Brain Research*, *164*, 239-249.
- Rowan, G. A., & Flaherty, C. F. (1987). Effect of morphine in negative contrast in consummatory behavior. *Psychopharmacology*, *93*, 51-58.
- Scully, J. A., Tosi, H., & Banning, K. (2000). Life events checklists. Revisiting the social readjustment rating scale after 30 years. *Educational and Psychological Measurement*, *60*, 864-876.
- Steimer, T., & Driscoll, P. (2005). Inter-individual vs. line/strain differences in psychogenetically selected Roman High-(RHA) and Low-(RLA) Avoidance rats: neuroendocrine and behavioural aspects. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *29*, 99-112.
- Torres, C., Cándido, A., Escarabajal, M. D., de la Torre, L., Maldonado, A., Tobeña, A., & Fernández-Teruel, A. (2005). Successive negative contrast effect in one-way avoidance learning in female roman rats. *Physiology and Behavior*, *85*, 377-82.
- Vergura, R., Balboni, G., Spagnolo, B., Gavioli, E., Lambert, D. G., McDonald, J., Trapella, C., Lazarus, L. H., Regoli, D., Guerrini, R., Salvadori, S., & Caló, G. (2008). Anxiolytic- and antidepressant-like activities of H-Dmt-Tic-NH-CH(CH<sub>2</sub>-COOH)-Bid (UFP-512), a novel selective delta opioid receptor agonist. *Peptides*, *29*, 93-103.
- Wood, M., Daniel, A. M., & Papini, M. R. (2005). Selective effects of the  $\delta$ -opioid receptor agonist DPDPE on consummatory successive negative contrast. *Behavioral Neuroscience*, *119*, 446-454.
- Zadro, L., Boland, C., & Richardson, R. (2006). How long does it last? The persistence of the effects of ostracism in the socially anxious. *Journal of Experimental Social Psychology*, *42*, 692-697.

## Reforzamiento Concurrente de Secuencias de Respuestas

Gustavo Bachá Méndez & Ixel Alonso Orozco<sup>1</sup>  
Universidad Nacional Autónoma de México

### Resumen

Decidir si una secuencia de respuestas es una unidad conductual diferente a los elementos que la constituyen y que obedece a las mismas reglas de reforzamiento que respuestas discretas ha representado un problema difícil de resolver. Una forma de mostrar que una secuencia es una unidad de conducta, es observar si dicha secuencia cumple la relación propuesta por la ley de igualación. Con este propósito, se entrenó a cuatro ratas privadas de alimento y experimentalmente ingenuas a apretar en secuencia dos operandos para recibir una gota de leche. Se usaron diferentes programas concurrentes de intervalo variable (VI) para reforzar cada una de cuatro posibles secuencias. Cuando las ratas produjeron una secuencia no reforzada, las luces de la cámara experimental se apagaron durante 2 s. En tres diferentes fases se varió la tasa de reforzamiento para cada secuencia. Los resultados mostraron que las ratas fueron altamente sensibles a las tasas relativas de reforzamiento. Sin embargo, las pendientes de las curvas de ajuste fueron menores a uno, mostrando sub-igualación. Se concluyó que una secuencia de respuestas puede comportarse como un patrón integrado pero no representa una unidad conductual estrictamente equivalente a las operantes discretas.

*Palabras clave:* Secuencias, Unidad de respuesta, Programas concurrentes, Ley de igualación, Ratas.

## Concurrent Reinforcement of Response Sequences

### Abstract

Deciding both, whether a response sequence is a different behavioral unit than the elements that constitute it, and if it obeys the same reinforcement rules than discrete responses, has been a difficult problem. A way to prove that a sequence is a behavioral unit is to determine if it behaves according to the principles of the matching law. With this purpose, four naïve experimentally rats were food-deprived and trained to lever press two operand in a sequence to receive a drop of milk. Different concurrent variable interval (VI) schedules were used to reinforce each of four possible sequences. When the rats produced a non-reinforced sequence the lights of the experimental chamber were turned off during 2 s. In three consecutive phases of the experiment, the reinforcement rate for each sequence was different. Results showed that the rats were highly sensitive to the relative rates of reinforcement assigned to each sequence. However, the adjustment curves showed slopes that were smaller than one, thus under-matching was found. It was concluded that although a response sequence can behave as an integrated pattern of behavior, it does not necessarily represent an equivalent behavioral unit comparable to that of a discrete operant response.

*Key Words:* Sequences, Response unit, Concurrent schedules, Matching law, Rats.

---

<sup>1</sup> Enviar correspondencia al Dr. Gustavo Bachá Méndez, Laboratorio de Adaptación Animal. Facultad de Psicología, UNAM, Edificio "D", cubículo 22. Correo electrónico: bacha@unam.mx.  
© UNAM Facultad de Psicología, 2011

Para cualquier área de conocimiento es importante contar con una unidad de análisis formal con la cual validar variables y relaciones importantes. En este sentido Skinner (1935) definió una respuesta como una clase funcional de eventos sujeta al control de estímulos reforzantes. En un trabajo posterior, Catania (1971) propuso que los reforzadores no afectan únicamente a la respuesta a la que siguen sino que su efecto se extiende en el tiempo. Esta proposición es esencial para entender la adquisición de secuencias de respuestas ya que los elementos que constituyen la secuencia pueden estar separados tanto espacial como temporalmente. Desde los primeros trabajos realizados sobre la adquisición y mantenimiento de una secuencia de respuestas, una pregunta recurrente ha sido si la secuencia adquirida es una unidad conductual legal y diferente a sus componentes.

En este contexto, Zeiler (1977) identificó tres clases de unidades de respuesta. La llamada unidad formal es identificada con la definición operacional de la respuesta medida en un experimento, es decir, es la respuesta que el experimentador define como prerequisite para la presentación del reforzador. La unidad condicionable es lo que Skinner (1938) definió como una operante. Si una conducta es la condición necesaria para la presentación del reforzador y el reforzamiento incrementa la probabilidad de ocurrencia de esa conducta, entonces es una unidad de respuesta condicionable. Finalmente, Zeiler (1977) habló de unidades teóricas, que se refieren a unidades condicionables que nos ayudan a responder cómo el reforzamiento organiza la conducta y qué conducta es fortalecida. Según este planteamiento la unidad teórica podría ayudar a dar una definición de secuencias de respuesta como unidades formales de conducta. Autores como, Grayson y Wasserman (1979), Schwartz (1982), Reid, Chadwick, Dunham, y Miller, (2001) y Bachá, Reid, y Mendoza (2007), han analizado cómo una serie de respuestas simples forman secuencias de respuestas condicionables que funcionan como nuevas unidades.

Grayson y Wasserman (1979) reforzaron sólo una de un conjunto de cuatro secuencias, encontrando que la secuencia reforzada presentó consistentemente la frecuencia más alta. Los autores concluyeron que al asignar el reforzador a una secuencia en específico ésta se comportó como una operante. Schwartz (1982) puso a prueba diferentes tipos de secuencias en programas de reforzamiento, analizando si el patrón encontrado para respuestas simples es similar cuando se refuerza secuencias. Los resultados indican que las secuencias aunque con ciertas diferencias caen bajo el control de los parámetros del programa específico. Por otro lado Reid et al. (2001) utilizaron estímulos discriminativos para marcar la secuencia a la cual le asignaban el reforzador. Encontraron que la adquisición de la secuencia marcada se daba más rápido que cuando la secuencia no estuvo marcada por un estímulo discriminativo. Por su parte Bachá et al. (2007) además de demostrar el resurgimiento de secuencias adquiridas en fases anteriores, propusieron que los efectos del reforzador tanto a nivel de las respuestas como de la secuencia coexisten a lo largo del experimento.

Uno de los desarrollos más importantes dentro del análisis experimental de la conducta es la relación propuesta por Herrnstein (1970) entre la conducta y sus consecuencias. La ley de igualación describe cómo la frecuencia relativa de

respuestas iguala la frecuencia relativa de reforzadores asignados a esa respuesta. Una de las pruebas más importantes que se han realizado para probar que una secuencia funciona como una unidad integrada de conducta es mostrar que esa secuencia se ajusta a la relación predicha por la ley de igualación (Fetterman & Stubbs, 1982; Schneider & Morris, 1992; Schneider & Davidson, 2005, 2006). En estos experimentos el procedimiento general fue reforzar en condiciones de operante libre secuencias de dos repuestas a dos operandos con programas concurrentes. Uno de los primeros trabajos en esta área fue el realizado por Fetterman y Stubbs (1982), en su experimento reforzaron secuencias de dos respuestas a dos operandos estableciendo cuatro posibles secuencias. Los autores demostraron que con un entrenamiento apropiado, la distribución relativa de la conducta para las diferentes alternativas se igualaba a la distribución relativa del reforzador. Además sugirieron que las respuestas a la secuencia actúan como unidades funcionales y que la elección de las distintas opciones no afecta a la estructura de la secuencia. Fetterman y Stubbs (1982) interpretaron estos hallazgos como evidencia de que la conducta puede ser organizada en unidades complejas. Schneider y Morris (1992) por su parte, reforzaron secuencias de dos y tres respuestas a dos operandos en programas concurrentes. El procedimiento general fue tener un IV60 s para las cuatro secuencias una vez que el tiempo del intervalo concluía se tenía una probabilidad de reforzamiento diferente asociada a cada una de las posibles secuencias. Sus resultados mostraron que la frecuencia relativa de las secuencias se igualó a la frecuencia relativa de reforzamiento dependiendo del tiempo que existía entre las respuestas. En estudios más recientes, Schneider y Davidson (2005) analizaron dos tipos de modelos que intentan explicar en qué nivel igualan los animales: si a nivel de respuesta o de unidad. Basándose en estos resultados, Schneider (2008) propuso un modelo que describe la transición de respuestas individuales a unidades de secuencias de dos respuestas. Su modelo incluye un parámetro de cambio (CO) el cual incluye las respuestas a secuencias heterogéneas y un parámetro que incluye el tiempo que hay entre cada una de las respuestas que componen a la secuencia.

En todos los estudios mencionados, los autores presentaron sus resultados mostrando cierto grado de ajuste de los datos a las predicciones de modelos como el de ley de igualación. Sin embargo, sus conclusiones no han sido concluyentes respecto a si las secuencias pueden actuar como unidades equivalentes a las respuestas discretas y se desconocen los mecanismos que producen esa diferencia. De lo anterior se puede derivar que es necesario que las secuencias cumplan con algunos criterios, si las secuencias funcionan como unidades conductuales entonces la tasa relativa de secuencias de respuesta igualará la tasa relativa de reforzadores asignados a cada una de ellas. En el presente trabajo se propone mediante el reforzamiento concurrente de cuatro secuencias de respuestas confirmar el supuesto básico de que la frecuencia relativa de estos patrones conductuales, igualan la frecuencia relativa del reforzamiento programado para cada uno de ellos de manera similar a estudios que utilizan respuestas discretas.

## **Método**

### *Sujetos*

Se utilizaron cuatro ratas hembras de la cepa Wistar, con tres meses de edad al inicio del experimento y sin experiencia en procedimientos experimentales. Todos los sujetos se mantuvieron al 85% de su peso *ad libitum*, dando una porción de alimento al final de cada sesión y manteniendo libre el acceso al agua fuera de las cajas experimentales.

### *Aparatos*

Dos cámaras experimentales de condicionamiento operante para ratas MED Associates Mod. ENV-007. Cada cámara se colocó dentro de una caja sonomortiguadora de 60 x 90 x 80 cm que contenía un ventilador que funcionó como ruido blanco. La luz general fue un foco de 28 v colocado a una distancia de 2 cm del techo en el panel posterior de la caja operante. En el panel frontal, a una altura de 7 cm desde el piso, había dos palancas con una distancia horizontal entre ellas de 17 cm. A 7 cm sobre cada una de las palancas se encontraba un foco de 28 v. En la parte central del panel frontal y situado a una altura de 2 cm se encontraba una abertura cuadrada de 4 cm por lado que funcionó como receptáculo para el reforzador. Se utilizó como reforzador 0.1 ml de leche (leche entera con 7.5 grasa). Las cajas estaban conectadas a una interfase (MED Associates Mod. 715) y ésta a una computadora Pentium a través de la cual, mediante un programa elaborado en Medstate Notation (MSN), se controlaron las sesiones experimentales y se registraron las respuestas en tiempo real.

### *Procedimiento*

#### *Moldeamiento*

Se entrenó a los animales a realizar dos respuestas a dos operandos. Lo anterior implica la posibilidad de cuatro combinaciones. Las secuencias homogéneas estuvieron conformadas por dos respuestas sobre un mismo operando, izquierdo-izquierdo (II) ó derecho-derecho (DD). Las secuencias heterogéneas incluyeron la alternación entre los operandos, izquierdo-derecho (ID) ó derecho-izquierdo (DI). Durante la primera parte de esta fase, cada vez que los animales respondían a cualquiera de la cuatro secuencias se apagaron las luces durante 5 s y se entregó 0.1 ml de leche e inició un nuevo ensayo, esta etapa duró cuatro días. Al término de este periodo se reforzaron únicamente las secuencias que incluían alternación; si los sujetos ejecutaban una secuencia homogénea las luces se apagaban 2 s y continuó la sesión. Esta fase se mantuvo durante ocho días.

### Pre-entrenamiento

Una vez que terminó el moldeamiento, se programó el reforzamiento concurrente de las cuatro secuencias. Es decir, con el inicio de la sesión empezaba a correr, de forma independiente, el tiempo de cada uno de los IVs para cada una de las secuencias. Cuando se cumplía el requisito temporal de algunos de los IVs, la ejecución de esa secuencia en particular producía la entrega de 0.1 ml de leche. Cada vez que los animales ejecutaban una secuencia antes de que se cumpliera el tiempo del IV había un tiempo fuera (TO) de 2 s, que consistió en que se apagaron las luces. Este tiempo fuera facilitó la discriminación de las secuencias. Los valores de los programas IV se fueron incrementando de la siguiente forma IV 10 s, IV 15 s, IV 20 s, IV 30 s, IV 45 s, hasta llegar a su valor final, un IV 60 s.

### Fase 1

En esta fase, los animales trabajaron en un programa IV 60 s independiente para cada una de las secuencias durante 30 sesiones. Esta fase representó la posibilidad de tasas de reforzamiento iguales para las cuatro secuencias posibles (Ver Tabla 1 para los valores en las tres fases experimentales).

### Fase 2

Al terminar la fase anterior, los animales fueron enfrentados a un arreglo de reforzamiento concurrente diferente: para cada una de las secuencias homogéneas (II y DD) operó un IV 300 s y para cada secuencia heterogénea (ID, DI) un programa IV 33 s. De esta forma, el 90% de los reforzadores totales fue programado para las secuencias heterogéneas y sólo el 10% para las secuencias homogéneas. La entrega del reforzador se realizó de igual forma que en el pre-entrenamiento. Esta fase se mantuvo durante 30 sesiones y cada sesión concluyó al cumplirse 30 min.

### Fase 3

En la última fase se invirtió la asignación de los programas utilizados en la fase anterior. Entonces, las secuencias homogéneas fueron reforzadas mediante un IV 33 s y para las secuencias heterogéneas se asignó un IV 300 s. La entrega del reforzador se mantuvo como las fases anteriores. Esta fase también duró 30 sesiones y cada una de ellas terminaba al transcurrir 30 min.

Tabla 1

### *Diseño Experimental*

	Secuencias			
	II	ID	DI	DD
Fase 1	IV60"	IV60"	IV60"	IV60"
Fase 2	IV300"	IV33"	IV33"	IV300"
Fase 3	IV33"	IV300"	IV300"	IV33"

## Resultados

La Figura 1 muestra el promedio de la frecuencia de cada secuencia en cada una de las tres fases. Para cada una de las gráficas se incluyeron los datos de los cuatro sujetos y cada barra presenta el promedio de los últimos cinco días de la fase. El asterisco que acompaña a cada barra representa el promedio de reforzadores obtenidos durante esos cinco días. La primera gráfica muestra la Fase 1 en la que los valores del intervalo fueron los mismos para las cuatro secuencias (IV 60 s). Esto quiere decir que el 25% de los reforzadores fue asignado a cada secuencia. Es posible apreciar que a pesar de que la cantidad de reforzadores fue muy semejante para las cuatro secuencias se observa una mayor frecuencia de las secuencias homogéneas. Las secuencias homogéneas tuvieron un promedio de 140 con 22 reforzadores obtenidos para cada una. En el caso de las secuencias heterogéneas el promedio fue de 60 con 20 reforzadores obtenidos con cada secuencia.

La gráfica central muestra la segunda fase, en la cual el 90% de los reforzadores fueron programados para las secuencias heterogéneas y el 10% a secuencias homogéneas. En esta ocasión, el promedio de la frecuencia de las secuencias heterogéneas fue de 100 aproximadamente con 32 reforzadores obtenidos y un promedio de 80 para las secuencias homogéneas con sólo cinco reforzadores obtenidos.

La última gráfica muestra la tercera fase la cual proporcionó el 90% de reforzadores a secuencias homogéneas y el 10% a secuencias heterogéneas. En esta fase la frecuencia de las secuencias homogéneas fue de 200 con 38 reforzadores obtenidos y se presentaron valores menores a 40 para secuencias heterogéneas con cuatro reforzadores obtenidos para cada una de ellas.

En resumen, se observó que cuando los valores del IV fueron iguales (Fase 1) la frecuencia observada fue mayor para las secuencias homogéneas en comparación con las heterogéneas. Este patrón se acentuó en la tercera fase cuando la cantidad de reforzamiento fue mayor en secuencias homogéneas, así la frecuencia de estas se triplicó en relación a las secuencias heterogéneas. El patrón de respuesta fue distinto en la segunda fase cuando la cantidad de reforzamiento fue mayor en secuencias heterogéneas. En esta fase se registró una diferencia apenas superior en las secuencias heterogéneas. En la Tabla 2 se muestran los porcentajes de cada una de las secuencias. Cada valor es el promedio de los últimos cinco días de cada una de las tres fases. En cada fase se indica el porcentaje de reforzador programado junto con el porcentaje de los reforzadores obtenidos por cada sujeto.



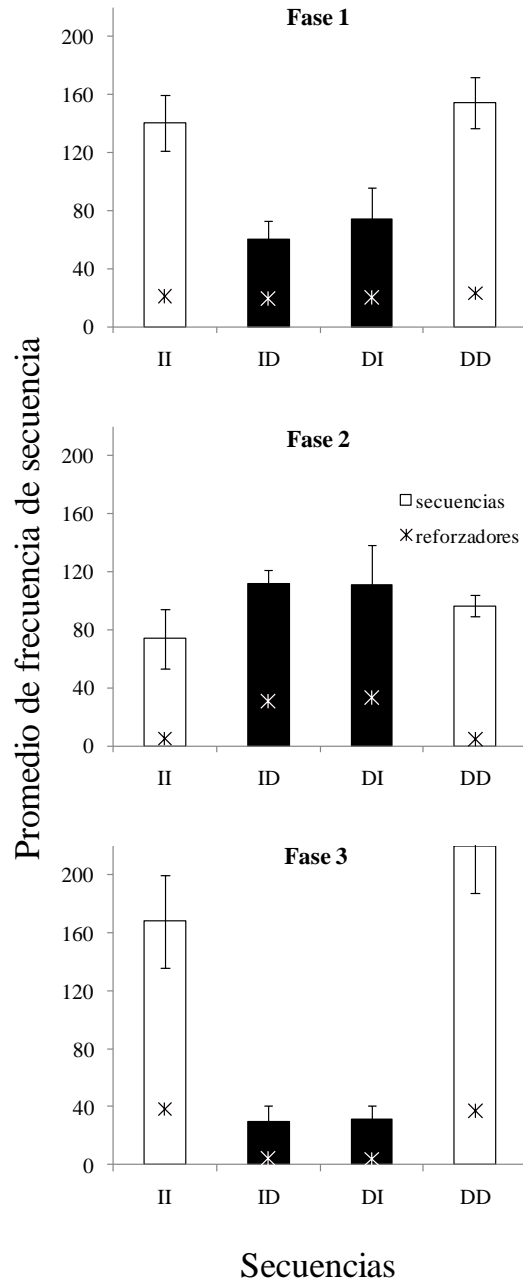


Figura 1. Promedio de la frecuencia de las cuatro secuencias para las tres fases. Los asteriscos representan el promedio de los reforzadores obtenidos.

Tabla 2

Porcentaje de las secuencias por fase y de los reforzadores obtenidos. En negritas se presentan los reforzadores programados y en el cuerpo de la tabla se presentan los reforzadores obtenidos.

Sujetos	Porcentaje de secuencias				Porcentaje de reforzadores			
	II	ID	DI	DD	II	ID	DI	DD
	Fase 1				<b>25%</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>	<b>25%</b>
X7	32	12	19	38	22	24	26	29
X8	35	15	14	36	26	24	23	27
X10	33	18	13	36	26	24	21	29
X11	31	12	23	34	27	21	26	27
	Fase 2				<b>5%</b>	<b>45%</b>	<b>45%</b>	<b>5%</b>
X7	20	27	27	26	9	42	42	8
X8	24	29	24	23	6	42	48	5
X10	16	34	25	25	7	43	45	6
X11	14	25	37	24	6	42	46	6
	Fase 3				<b>45%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>45%</b>
X7	35	6	10	50	49	5	6	40
X8	38	5	9	49	44	4	5	47
X10	36	11	6	47	45	6	4	45
X11	40	5	4	51	45	5	4	46

La Figura 2 presenta la frecuencia relativa de cada secuencia en función de la frecuencia relativa de los reforzadores asignados a esa secuencia. Cada gráfica muestra por separado los valores obtenidos durante las tres fases, cada punto representa a un sujeto. Se observa que la distribución de los puntos no coincide totalmente con la línea de igualdad. La pendiente parece ser menor a uno en todos los casos y existe un sesgo diferente para secuencias homogéneas y heterogéneas.

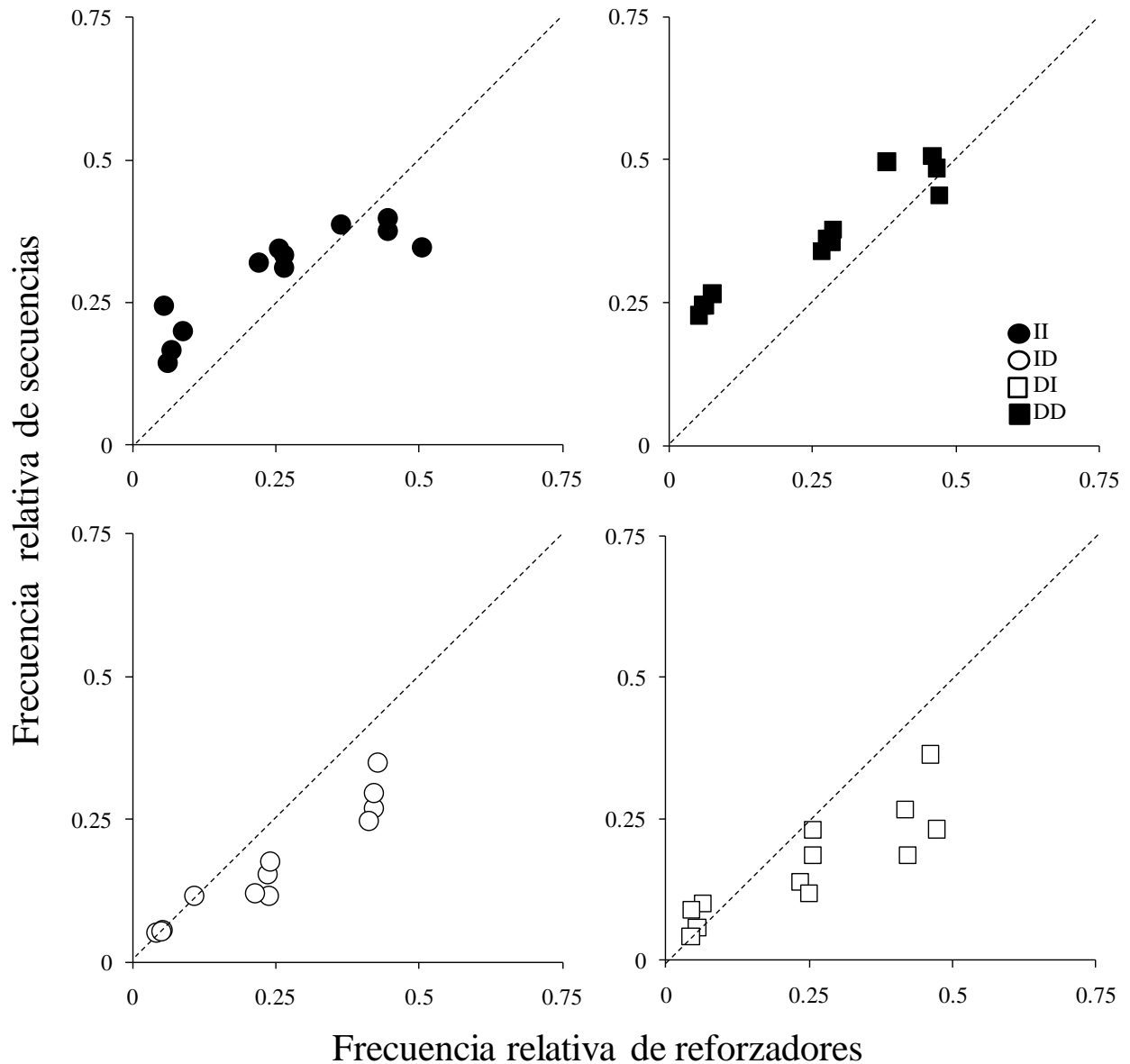


Figura 2. Frecuencia relativa de cada una de las secuencias en función de la frecuencia relativa de reforzadores asignados a cada secuencia

En la Figura 3 se presentan los datos obtenidos por los cuatro sujetos en las tres fases. Cada punto representa el promedio de los últimos cinco días de cada una de las fases. La gráfica representa la frecuencia relativa de cada secuencia en función de la frecuencia relativa de los reforzadores asignados a cada una de ellas. En esta gráfica se puede observar que los puntos que representan a las secuencias homogéneas presentan una distribución diferente a los puntos de las secuencias heterogéneas. La pendiente general permanece menor a uno y el grado de variabilidad es muy grande.

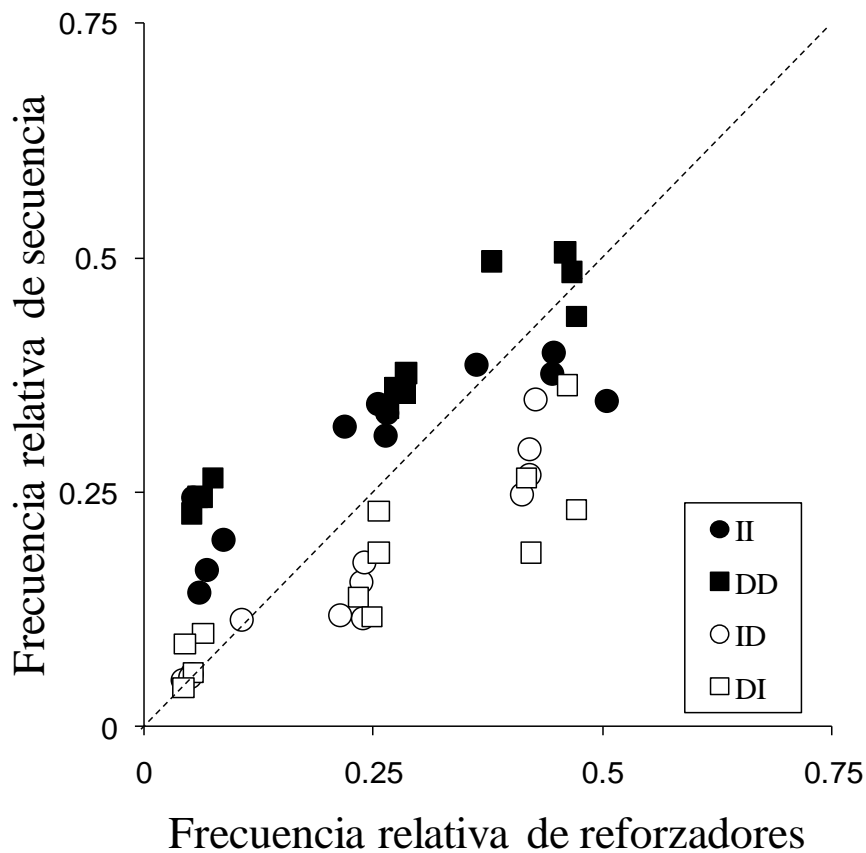


Figura 3. Frecuencia relativa de las secuencias en función de la frecuencia relativa de reforzadores.

En el siguiente análisis se agruparon a las secuencias por su estructura: homogéneas (II y DD) en un grupo y secuencias heterogéneas (ID y DI) en otro. Con este nuevo arreglo se calculó el logaritmo de las razones de secuencias homogéneas sobre secuencias heterogéneas y también de heterogéneas sobre homogéneas en función de sus respectivas razones de reforzamiento. La Figura 4 muestra los datos para las dos categorías junto con su línea de ajuste, la ecuación correspondiente y el grado de ajuste o  $R^2$ . Los círculos representan las secuencias homogéneas y los cuadros las secuencias heterogéneas. Es posible apreciar que la pendiente para las secuencias homogéneas fue de 0.57 y una  $R^2$  de 0.95, mientras que para las secuencias heterogéneas la pendiente es de 0.55 y una  $R^2$  de 0.96. Ambas pendientes tuvieron valores muy por debajo de uno, lo que se interpreta como una condición de sub-igualación, esto es que existe una menor sensibilidad a la tasa relativa de reforzamiento que lo predicho (Domjan, 2010). Los sesgos fueron diferentes para ambos grupos, ya que se presentó un sesgo mayor para las secuencias homogéneas.

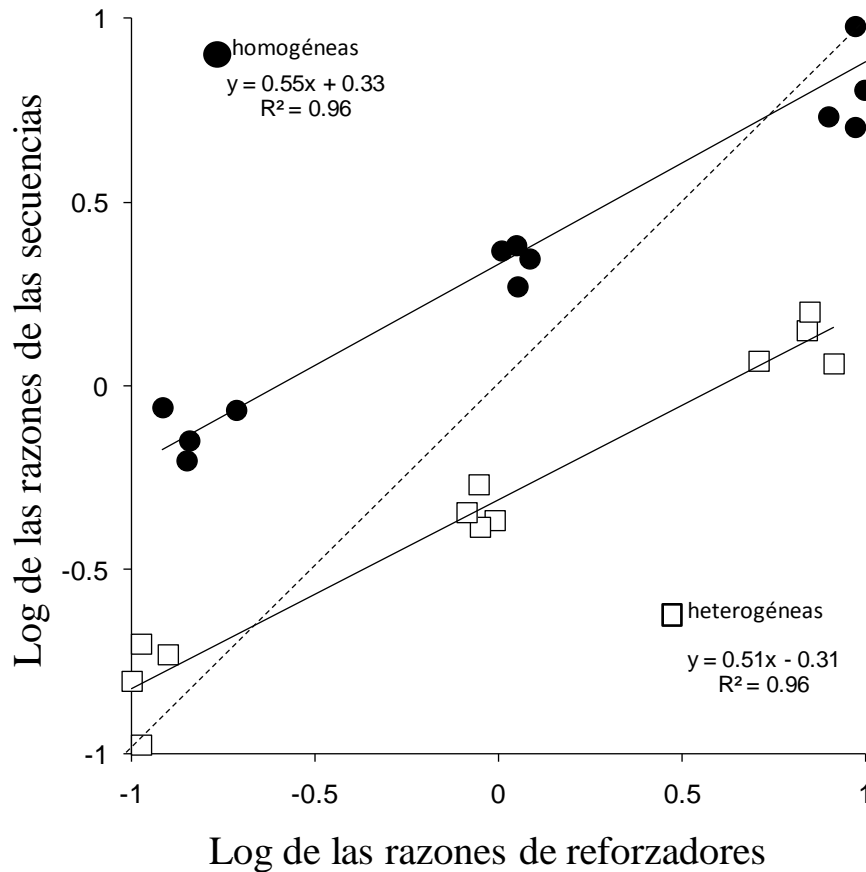


Figura 4. Frecuencia relativa de cada secuencia en función de la frecuencia relativa de los reforzadores. Se presenta una línea de ajuste junto con la ecuación correspondiente.

## Discusión

El análisis de los resultados reveló que en la Fase 1, al programar un porcentaje igual de reforzamiento para cada secuencia posible no se observaron en correspondencia porcentajes iguales de secuencias. Fue necesario que en la Fase 2, los porcentajes favorecieran claramente a las secuencias heterogéneas para observar porcentajes similares entre las cuatro secuencias. Es posible que la estructura misma de las secuencias sea un factor que causa estas diferencias. En un trabajo con secuencias semejantes a las utilizadas en el presente trabajo Bachá et al. (2007) mostraron que la estructura de las secuencias genera efectos de interacción que afectan la frecuencia de secuencias homogéneas cuando se refuerza una secuencia heterogénea.

Cuando se analizaron los resultados en términos de la ley de igualación, éstos concordaron con el hallazgo general de que los animales a los que se les refuerza de manera concurrente una serie de secuencias de respuestas, son sensibles a la frecuencia relativa del reforzador asignado a cada una de ellas. Sin

embargo, esta sensibilidad no se cumple de manera estricta. En el presente estudio la pendiente fue menor a uno, lo que implica una preferencia o razón de respuestas menor a la esperada ante razones de reforzamiento ricas (De Villiers, 1977). Este efecto se manifestó sin importar si la estimación se hizo con una secuencia homogénea, una heterogénea o con agregados de estos dos tipos de patrones. Estos hallazgos confirman de manera parcial los resultados de Feterman y Stubbs, (1982) y de Schneider y Davidson (2005, 2006). En el caso de Schneider y Davidson encontraron que las secuencias que requieren de alternación en comparación con aquellas que no lo requieren son sensibles de manera diferencial a la frecuencia relativa de reforzadores asignados a estos patrones.

En este trabajo se propuso agrupar las secuencias en dos patrones o categorías: secuencias homogéneas y heterogéneas. Es importante considerar que estas categorías propuestas cumplen con las características de *exhaustividad* con respecto al conjunto definido por dos respuestas a dos operandos y que también cumplen con la calidad de ser excluyentes, ya que son claramente identificables entre sí. Sin embargo, derivado de este experimento se puede considerar una tercera característica de estas categorías: los resultados obtenidos demuestran que las categorías propuestas no son independientes entre sí. Como mostraron Bachá et al. (2007) existe una alta probabilidad de observar secuencias homogéneas inmediatamente después del reforzamiento de una secuencia heterogénea. Un ejemplo de lo anterior es el efecto de errores asociados a la contigüidad, esto es cada vez que los animales realizan la secuencia ID y esta es reforzada la probabilidad de que los animales ejecuten la secuencia DD es muy alta. Lo anterior significa que la probabilidad o frecuencia de la categoría homogénea depende al menos de dos factores: el reforzador asignado a esa categoría y al llamado aquí efecto de contigüidad. Este efecto representa una variable adicional a la frecuencia de reforzamiento en el control de la frecuencia observada de las secuencias. De lo anterior se deriva que en estudios que utilicen secuencias de respuestas debe considerarse además del control ejercido por las consecuencias programadas, la estructura misma de la conducta (e.g., Schneider, 2008). Es posible concluir que las secuencias de respuestas pueden integrarse como una unidad diferente a sus componentes y obedecen a los principios básicos de reforzamiento, sin embargo debe aceptarse que existen diferencias que ameritan ser analizadas y en su caso, integradas a un modelo con mayor validez ecológica.

## Referencias

- Bachá-Méndez, G. Reid, A. K., & Mendoza-Soylovna, A. (2007). Resurgence of complex behavioral units. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 87, 5-24.
- Catania, A. C. (1971). Reinforcement schedules: The role of responses preceding the one that produces the reinforcer. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 15, 271-287.

- De Villiers, P. (1977). Elección de los programas concurrentes y una formulación cuantitativa de la ley del efecto. En W. K. Honig, & J. E. R. Staddon (Eds.), *Manual de conducta operante* (pp. 314 – 385). México: Trillas.
- Domjan, M. (2010). *Principios de Aprendizaje y Conducta*. México: Wadsworth Cengage Learning.
- Fetterman, J. G., & Stubbs, D. A. (1982). Matching, maximizing, and the behavioral unit: Concurrent reinforcement of response sequences. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *37*, 97-114.
- Grayson, R. J., & Wasserman, E. A. (1979). Conditioning of two-response patterns of key pecking in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *31*, 23-29.
- Herrnstein, R. J. (1970). On the law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *13*, 243-266.
- Reid, A. K., Chadwick, C. Z., Dunham, M., & Miller, A. (2001). The development of functional response units: The role of demarcating stimuli. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *76*, 303-320.
- Schneider, S. (2008). A two-stage model for concurrent sequences. *Behavioral Processes*, *78*, 429-441.
- Schneider, S. M., & Morris, E. K. (1992). Sequences of spaced responses: Behavioral units and the role of contiguity. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *58*, 537-555.
- Schneider, S., & Davidson, M. (2005). Demarcated response sequences and generalized matching. *Behavioral Processes*, *70*, 51-61.
- Schneider, S., & Davidson, M. (2006). Molecular order in concurrent response sequences. *Behavioral Processes*, *73*, 187-198.
- Schneider, S., & Davidson, M. (2008). A two-stage model for concurrent sequences. *Behavioral Processes*, *78*, 429-441.
- Schwartz, B. (1982). Interval and ratio reinforcement of a complex, sequential operant in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *37*, 349-357.
- Skinner, B. F. (1935). The generic nature of the concepts of stimulus and response. *Journal of General Psychology*, *12*, 40-65.
- Skinner, B. F. (1938). *Behavior of Organisms: An Experimental Analysis*. New York, E. U.: Appleton-Century.
- Zeiler, M. D. (1977). Schedules of reinforcement. En W. K. Honig, & J. E. R. Staddon (Eds.), *Handbook of operant behavior* (pp. 201-232). Englewood Cliffs, NJ, E.U.: Prentice-Hall.

## **Algunas Observaciones sobre el “Control del Estímulo”**

Emilio Ribes Iñesta<sup>1</sup>  
Universidad Veracruzana

### **Resumen**

Se reflexiona sobre el concepto de control del estímulo en la teoría del condicionamiento operante y, en especial, sobre el concepto de estímulo discriminativo. Para ello se señalan los problemas lógicos y definicionales que reviste el uso del concepto de estímulo en general y el de estímulo discriminativo en particular. Se reseñan diversos experimentos del autor para mostrar la incapacidad del concepto de estímulo discriminativo para dar cuenta de una serie de datos que muestran las insuficiencias lógicas y empíricas del concepto.

*Palabras clave:* Estímulo discriminativo, Estados, Programas temporales, Señal.

## **Some Observations about “Stimulus Control”**

### **Abstract**

Some thoughts on the concept of stimulus control in operant conditioning theory and in particular on the concept of a discriminative stimulus are presented. The paper presents the logical and definitional problems regarding the use of the concept of stimulus in general and of a discriminative stimulus in particular. Several experiments conducted by the author are presented to exemplify the logical and empirical inadequacies of the concept of discriminative stimulus to account for a series of data.

*Key Words:* Discriminative stimulus, States, Temporal schedules, Signal.

---

<sup>1</sup> Dirigir correspondencia al autor al correo electrónico eribes@uv.mx



### A manera de justificación

Con la licencia del editor de este volumen, me voy a permitir señalar algunos problemas conceptuales del uso que se le da al concepto de estímulo discriminativo y de su derivado tecnológico-operacional, el de control del estímulo. Este último concepto supone la “irradiación” restringida de las funciones del estímulo discriminativo a estímulos dimensionalmente adyacentes o semejantes (generalización del estímulo). Los problemas lógicos que presentan dichos conceptos no son exclusivos de ellos, sino que son compartidos por el conjunto de categorías de la teoría del condicionamiento operante. En gran medida, aunque no exclusivamente, dichos problemas provienen de la lógica operacionalista de la teoría, como ya lo he examinado previamente (Ribes, 2003, 2004). En todo caso, el concepto de estímulo discriminativo cubre lógicamente los efectos de los estímulos antecedentes o precedentes a la(s) respuesta(s) operante(s), y ha constituido el dispositivo conceptual para dar cuenta de los cambios en la conducta, cuando estos no pueden ser atribuidos directamente al estímulo reforzante, como ocurre en la conducta gobernada por reglas (Skinner, 1966) y en la equivalencia de estímulos (Sidman, 1994), entre otros casos.

Para realizar este examen conceptual, me voy a basar en dos tipos de criterios, por la naturaleza misma del análisis. El primero, tiene que ver con la lógica definicional de los conceptos empleados y su uso apropiado. El segundo, tiene que ver con observaciones empíricas extraídas, la mayor parte, de experimentos realizados en mi laboratorio en las que, al variarse algunas de las condiciones experimentales regularmente empleadas para estudiar el control del estímulo, los estímulos antecedentes no muestran las propiedades funcionales esperadas por la teoría del condicionamiento operante.

### Algunos problemas conceptuales y empíricos

Skinner (1938) distinguió entre dos funciones de los estímulos que preceden a la respuesta condicional: la función evocadora, asignada a los estímulos condicionales (EC) en el condicionamiento tipo respondiente, y la función discriminativa, característica de los estímulos discriminativos y delta en el condicionamiento operante. Los estímulos condicionales se definen usualmente con base en su duración y superposición respecto del estímulo incondicional, y su función se identifica en relación con un componente o fracción de la respuesta incondicional. Los estímulos condicionales fueron descritos como estímulos señal por Pavlov (1927) o como estímulos preparatorios por el propio Skinner. En cambio, los estímulos discriminativos (y delta) se definen regularmente por ser estímulos en cuya presencia una respuesta produce la entrega del reforzamiento y en cuya ausencia la respuesta no es efectiva. Los estímulos discriminativos se presentan durante periodos más o menos extensos, delimitados por la ocurrencia de un reforzador bajo un programa determinado, o por el transcurso de un periodo en el que pueden ocurrir uno o más reforzadores, aunque el periodo concluya sin que las respuestas terminales sean seguidas por el reforzador, como suele ocurrir en los programas múltiples independientes y en los programas concurrentes (Ferster & Skinner, 1957). En este caso, Skinner planteó que los estímulos discriminativos seleccionan las respuestas efectivas para producir la ocurrencia del reforzamiento.

Es obvio que esta distinción coloca en "tierra de nadie" a los estímulos correlacionados con la entrega de reforzamiento superpuestos a la ocurrencia de respuestas "incondicionales" o "espontáneas" no inducidas por el reforzador ni requeridas para producir el reforzador, o cuando se trata de estímulos incidentales a una contingencia operante explícita (Brown & Jenkins, 1968; Morse & Skinner, 1955), respuestas inicialmente consideradas como una "segunda" y "tercera forma de superstición".

En el condicionamiento operante se emplean dos criterios fundamentales para identificar el control del estímulo (Rilling, 1977): uno, es la diferencia en la frecuencia de ocurrencia de la respuesta en presencia o ausencia de: a) un estímulo correlacionado con el reforzamiento, b) un estímulo no correlacionado con el reforzamiento o, c) un estímulo correlacionado con el no reforzamiento; otro criterio tiene que ver con el desarrollo de patrones típicos de respuestas repetidas bajo determinados programa de reforzamiento, patrones referidos a los programas de razón, de intervalo y de pausas.

La definición de estímulo discriminativo y/o delta presenta varios problemas de orden conceptual. El primero tiene que ver con la caracterización del estímulo como seleccionador de respuestas a ser reforzadas (Skinner, 1938), o como la "ocasión" para que una respuesta sea reforzada (Ferster & Skinner, 1957). En realidad, tal como lo describe el propio Skinner, la propiedad discriminativa o delta de un estímulo es el resultado de una discriminación consistente en que determinada "clase" de respuestas sea o no reforzada en su presencia, o bien no sea reforzada en su ausencia. Esto significa que el estímulo en cuestión forma o no parte de una contingencia en la que la ocurrencia del reforzador depende tanto del estímulo antecedente como de la respuesta operante. Por consiguiente, el estímulo señala bajo qué condiciones la respuesta predeterminada es o no efectiva para producir el reforzamiento. Desde esta perspectiva no hay diferencias entre la función del estímulo condicional y el estímulo discriminativo. La diferencia, en realidad, estriba en la relación previa entre el reforzador empleado y la respuesta elegida. Un segundo problema tiene que ver con el concepto mismo de estímulo. Un estímulo constituye por definición una ocurrencia identificable como un cambio en el estado del medio ambiente. En los programas de reforzamiento, incluyendo a los programas temporales de estímulo (Schoenfeld & Cole, 1972), se concibe a los estímulos como condiciones más o menos permanentes en el ambiente, y no como cambios en dichas condiciones. Así, en los programas múltiples de reforzamiento, los estímulos se mantienen durante el periodo cubierto por el tiempo requerido para la entrega de reforzamiento o durante un periodo de longitud predeterminada. Al cambiar de componente, se produce un cambio en la condición de estímulo, pero se considera que el estímulo consiste en el nuevo estado del ambiente (luz roja en vez de luz verde, por ejemplo). Los estímulos así contemplados constituyen, en realidad, estados de los objetos y fenómenos en el ambiente. Las funciones de los estímulos, en sentido estricto, deberían evaluarse en los momentos iniciales en que se produce un cambio de estado en las condiciones de estimulación procuradas por un objeto, o durante la presencia de cambios continuos o graduados, tal como sucede en los programas de intervalo con reloj o contador agregado (Ferster & Skinner, 1957). De otra manera es difícil determinar qué propiedades de los objetos y fenómenos en el

ambiente se relacionan con los cambios que tienen lugar en la conducta. Finalmente, en la medida en que, en los programas múltiples y concurrentes, los estímulos discriminativos son coextensivos a los intervalos entre reforzadores, siempre ocurren un gran número de respuestas no reforzadas en presencia de dichos estímulos. Lo mismo ocurre cuando los componentes de dichos programas cambian de manera independiente de la ocurrencia del reforzador, de modo que ninguna respuesta previa al cambio es reforzada. El resultado es que en realidad se ubica al estímulo discriminativo bajo condiciones de "correlación intermitente" con el reforzamiento, incluso si se considera al patrón de ejecución como "unidad" de respuesta. Cuando se contempla el hecho de que el reforzador sigue a una sola respuesta, el estímulo discriminativo se correlaciona con mayor número de respuestas no reforzadas que reforzadas, excepto en los programas de reforzamiento continuo, de modo que la correlación por sí sola no da cuenta de la función discriminativa del estímulo. Para ello, se requiere de explicaciones o hipótesis adicionales, referidas todas a considerar el patrón de ejecución como unidad de respuesta y a procesos supraordinados de conteo de tiempo o de respuestas. No es necesario comentar que esto cuestiona el concepto de clase operante, y que añade complicaciones al concepto mismo de discriminación.

El concepto de estímulo discriminativo, como una función de señal distintiva de la "ocasión" de reforzamiento de una respuesta, debería ceñirse a la de un cambio en los estados de objetos y/o fenómenos en el ambiente, "marcador" de la oportunidad de que una respuesta sea o no reforzada. Dada la disponibilidad ilimitada del reforzador en los programas de reforzamiento tipo Ferster-Skinner, esta función no puede ser evaluada experimentalmente. El empleo de la frecuencia de una respuesta discreta y repetitiva como medida básica no permite analizar experimentalmente la oportunidad y precisión como características centrales del comportamiento efectivo. El condicionamiento operante ha hecho énfasis en la persistencia de la conducta y, por ello, las funciones de los llamados estímulos discriminativos podrían ser interpretadas más adecuadamente como funciones motivacionales: mantener el responder hasta la entrega del reforzamiento. Corresponderían a una lógica híbrida de las funciones del reforzador condicional, por su correlación con el reforzamiento (Kelleher, 1966), y de los estímulos pulsión planteados por Hull (1952), por su acción hacia "adelante".

En los programas temporales de estímulo (Schoenfeld & Cole, 1972), aunque también se emplean respuestas repetitivas y discretas, los estímulos antecedentes o "neutros" señalan la oportunidad de respuesta (y de la entrega de reforzamiento) respecto de un periodo de disponibilidad limitada,  $t^D$ . En cada ciclo temporal,  $T$ , sólo se requiere de una respuesta (la primera) para la entrega de agua o comida y, una vez que dicha entrega ocurre, desaparece el estímulo neutro de modo que no pierde sus propiedades de señal. En el resto del periodo  $t^D$ , cuando la primera respuesta ocurre antes de su terminación, transcurre sin estímulo correlacionado hasta el inicio del siguiente periodo (otro  $t^D$  o  $t^A$ ). De no darse una respuesta en  $t^D$  se pierde el reforzador programado en ese ciclo, por lo que los programas temporales privilegian la oportunidad y precisión temporal de la respuesta, más que la emisión persistente de respuestas. En el caso de los programas temporales, la identificación del control

del estímulo difiere de los criterios utilizados en los programas tipo Ferster-Skinner. En primer lugar, dado que sólo una respuesta es necesaria para producir el reforzamiento, la frecuencia como tal pierde interés, y lo importante es el porcentaje de reforzadores programados que se obtienen (o el porcentaje de reforzadores "perdidos"). En segundo lugar, la latencia de la respuesta en el periodo de tiempo discriminativo es de fundamental importancia. En tercer lugar, destaca la medida relativa a la proporción de respuestas por reforzador obtenido. Finalmente, los patrones típicos de las ejecuciones de "intervalo" y de "razón" son irrelevantes, pues los programas temporales pueden generar dicho tipo de ejecuciones sin fijar criterios de tiempo y número de respuestas (Schoenfeld & Cumming, 1957; Schoenfeld, Cumming, & Hearst, 1956).

Los programas temporales consisten en un ciclo (T) repetitivo, compuesto por dos subciclos,  $t^D$  y  $t^A$ , que se presentan siempre en ese orden. Regularmente, el reforzamiento se programa con una determinada probabilidad en  $t^D$  con un rango mayor que cero hasta 1.0, mientras que en  $t^A$  la probabilidad es de cero (aunque en algunos casos puede ser mayor que cero pero nunca mayor que la probabilidad asignada a  $t^D$ ). La proporción de  $t^D$  respecto del ciclo T completo (T testada) representa la disponibilidad temporal del reforzador dentro de cada ciclo, mientras que la probabilidad (P) representa la proporción de ciclos reforzados respecto del total programado. Cuando los subciclos del programa no se correlacionan con un estímulo neutro, la frecuencia de respuesta se distribuye a lo largo de ambos subciclos dependiendo de los valores paramétricos de T, T testada y P (Schoenfeld & Cole, 1972). Sin embargo, de acuerdo con el concepto de control del estímulo, al correlacionar  $t^D$  con un estímulo neutro, podría esperarse que la frecuencia de respuesta se redujera y se concentrara exclusivamente en dicho subciclo. De igual manera, se esperaría que al correlacionar a  $t^A$  con un estímulo neutro distinto, la respuesta en dicho subciclo debería disminuir o desaparecer. Sin embargo, varios estudios demuestran lo contrario. Weissman (1961, 1965) encontró reducciones en la frecuencia de respuesta como consecuencia de la introducción de un estímulo correlacionado con  $t^D$ , mientras que Ribes y Torres (1996, 1997) y Ribes, Torres, Barrera, y Mayoral (1997) observaron frecuencias de respuesta mayores en  $t^A$  que en  $t^D$  en distintas condiciones de correlación de estímulos neutros en cada uno de los subciclos. En estudios posteriores empleando estímulos auditivos (tonos) en vez de visuales (luces) se observó también mayor frecuencia de respuesta en  $t^A$  que en  $t^D$  (Ribes, Mayoral, Torres, & Ibañez, 2000), incluso durante periodos extendidos de seis meses de exposición (Ribes, Torres, & Mayoral, 2002).

En algunos estudios hemos observado efectos del estímulo neutro en el subciclo o tiempo discriminativo en los programas temporales. Esto ocurre cuando se compara la presencia con la ausencia de estímulos diferenciales en uno o en ambos subciclos del programa temporal. En un estudio (Ribes, Torres, & Piña, 1999) se perdió un mayor porcentaje de entregas de agua y fue mayor la variabilidad en el intervalo de entregas de agua en ausencia que en presencia de condiciones de estímulo diferenciales en ambos subciclos, el discriminativo y el delta. En otro estudio (Torres, Ribes, & Mayoral, 2003), la presencia de estímulos diferenciales en cada subciclo de T redujo la frecuencia y la variabilidad de la respuesta en el periodo discriminativo, en contraste con la ejecución observada en ausencia de estímulos o

en la presencia de estímulos no diferenciales (el mismo estímulo) en ambos subciclos de T.

Una de las razones de estos hallazgos podría depender de las duraciones diferentes de los estímulos correlacionados con ambos subciclos, pues cuando  $t^A$  tiene asignada una probabilidad de 0 el estímulo es coextensivo al subciclo, mientras que la duración del estímulo correlacionado con  $t^D$  varía conforme el tiempo que comprende la obtención del reforzamiento. Con el fin de evaluar el efecto de hacer coextensivo el estímulo correlacionado con  $t^D$  con dicho subciclo, independientemente de los distintos momentos de entrega del reforzamiento (incluyendo la pérdida del reforzador), Ribes, Montes, y Mayoral (2008) realizaron un experimento en que emplearon estímulos neutros distintos correlacionados con cada subciclo,  $t^D$  y  $t^A$  (con probabilidades de 1 y 0 respectivamente), variando sistemáticamente la longitud del ciclo T entre fases y manteniendo constante en 0.5 el valor de T testada. No se observaron diferencias en el número (que no frecuencia) de respuestas en función de la longitud del ciclo T. Sin embargo, a pesar de que no se desarrollaron frecuencias diferenciales en cada subciclo asociados a distintas probabilidades de entrega de agua, tampoco se observaron frecuencias de respuesta mayores en  $t^A$  que en  $t^D$ .

Discriminar significa distinguir, diferenciar entre dos cosas y, desde este punto de vista, es poco afortunado a la vez que incorrecto llamar “discriminativo” a un estímulo que es señal u ocasión de algo. Sin embargo, algunos estudios trataron sobre la discriminabilidad de diversas propiedades físicas de la estimulación. El término se aplicó de manera apropiada al estudio de los umbrales diferenciales de estimulación, con el objeto de obtener gradientes de discriminación (Blough, 1966), pero nadie afirmarí­a que dichos estudios se relacionaban con el control del estímulo o con las funciones discriminativas de los valores de estimulación. Las investigaciones sobre umbrales diferenciales de la dimensión cromática de estimulación son complementarias a los estudios neurofisiológicos para determinar las funciones reactivas de las distintas especies de organismos. Al reflexionar sobre el concepto de discriminación resalta el hecho de que la discriminación, en el caso del comportamiento, siempre debe ser una consecuencia del responder del organismo. Discriminar implicaría, por consiguiente, distinguir las condiciones o circunstancias con base en lo que ocurre como resultado o consecuencia del propio comportamiento. En algunos casos, las consecuencias son intrínsecas, directas e inmediatas, mientras que en otras las consecuencias que permiten discriminar pueden ser extrínsecas e indirectas o mediatas.

Ferster y Skinner (1957) se percataron de este hecho al plantear las propiedades discriminativas del reforzador, así como las funciones discriminativas del cambio de estado de las condiciones de estimulación en programas secuenciales como los programas encadenados. En los casos en que los programas secuenciales carecían de cambios en los estados exteroceptivos de estimulación, examinaron la ejecución obtenida en términos de las propiedades discriminativas del propio responder (usualmente las ejecuciones correspondientes al programa de reforzamiento con menor requisito de respuestas o de tiempo), como ocurre en los programas mixtos o alternativos de reforzamiento. Skinner (1938) destacó el papel discriminativo de otros factores en la entrega del reforzamiento en el proceso de

moldeamiento y en los programas de reforzamiento continuo. Señaló que el condicionamiento de la respuesta de apretar u oprimir la palanca constituía realmente una cadena de reflejos que terminaba con la toma e ingesta de la comida. El sonido del dispensador de alimento y la estimulación propioceptiva, correlacionada con oprimir la palanca en el momento de la entrega del reforzador, eran variables intermediarias importantes que afectaban la adquisición y tasa de la respuesta condicionada. Skinner mostró que podía obtenerse “condicionamiento secundario” en la adquisición al hacer seguir a la presión de la palanca del sonido del dispensador de comida correlacionado previamente con la entrega de alimento. Igualmente mostró que podían observarse efectos de extinción semejantes al eliminar el sonido del dispensador mientras se mantenía la entrega de alimento, o dejando vacío el dispensador pero manteniendo el sonido correlacionado. Skinner interpretó estos efectos en términos de las propiedades discriminativas y reforzantes secundarias de los distintos estímulos en la cadena de reflejos involucrados en apretar la palanca.

Las ejecuciones bajo programas de segundo orden (Byrd & Marr, 1969; Marr, 1969) muestran esta función discriminativa de los estímulos. En primer lugar, en los programas de segundo orden la unidad de respuesta está constituida por la ejecución completa de un programa de primer orden, usual, aunque no necesariamente, un programa de razón o de intervalo. En segundo lugar, el programa de segundo orden, ya sea de intervalo o de razón (preferentemente), estipula el requisito de ejecución de las unidades constituidas por el programa de primer orden, de modo que un programa de segundo orden Razón Fija N (Intervalo Fijo T) estipula cuantas ejecuciones de intervalo fijo sucesivas completas deben cumplirse para obtener un reforzador. La característica distintiva de los programas de segundo orden es que al término de cada una de las unidades de respuesta (el cumplimiento del requisito de un programa de primer orden) se presenta lo que se denomina un estímulo “breve”, es decir, un cambio de estímulo, siempre de la misma duración y propiedades físicas modales. En general, se observa que las ejecuciones en los programas de segundo orden, a diferencia de los programas encadenados, permiten el desarrollo de ejecuciones de extensión mayor que dos “componentes” y con gran número de respuestas. La interpretación más adecuada de este fenómeno es atribuir a los estímulos breves una función discriminativa respecto del cumplimiento de cada una de las unidades de respuesta estipuladas por el programa de segundo orden. Este efecto se debe, indudablemente, a la “brevedad” de los estímulos, pues de no ser ocurrencias discretas no serían en realidad estímulos, como ocurre en el caso de los programas encadenados y múltiples en que se trata de cambios de estado de la estimulación.

En un estudio (Ribes, Carvajal, Valdez, Torres, & Mayoral, 2009) se evaluaron las posibles funciones discriminativas de los estímulos correlacionados con la entrega de agua en programas de reforzamiento continuo, de intervalo fijo y de razón fija. Desde la primera sesión de moldeamiento manual, se expuso a la mitad de las ratas a condiciones normales de entrega del agua y la otra mitad a condiciones atenuadas (no se apagó la luz general de la cámara, no se encendió la luz del dispensador de agua, y el sonido del dispensador tuvo un valor subumbral en decibeles). Posteriormente, en cada grupo se dividió a las ratas en dos subgrupos, y

cada uno de ellos se expuso directamente a un programa de intervalo fijo (60 s) o a un programa de razón fija 10. En una segunda fase, todas las ratas se sometieron a un programa de reforzamiento continuo, a una replicación de los programas de intervalo o razón fija y, finalmente, a una fase de tiempo fijo ajustado al valor del programa de intervalo fijo o al valor promedio del intervalo entre reforzamientos en el programa de razón fija. En todas las fases, la mitad de las ratas se expuso a los estímulos correlacionados normalmente con la entrega del agua y la otra mitad a su omisión y presentación atenuada. Las ratas no desarrollaron los patrones típicos de festón y de pausa-carrera de los programas de intervalo y razón fija respectivamente. Durante el reforzamiento continuo las ratas respondieron más en ausencia que en presencia de los estímulos correlacionados con la entrega de agua. En ambos grupos el número de respuestas y de reforzadores obtenidos fue mayor bajo reforzamiento continuo (llegaron a casi 1000 respuestas y reforzadores en sesiones de una hora) que bajo reforzamiento intermitente de intervalo o razón. En las ejecuciones bajo programas de razón se observó mayor variabilidad y mayor número de respuestas en ausencia que en presencia de los estímulos correlacionados con la entrega de agua. El hallazgo principal de este experimento fue poner en evidencia la necesidad de exponer a las ratas a transiciones graduales, a partir del reforzamiento continuo, para obtener las ejecuciones típicas de los programas intermitentes. Sin embargo, adicionalmente mostró los efectos discriminativos de los estímulos correlacionados con la entrega del agua en la regulación del número y distribución de las respuestas.

En otro estudio (Ribes & Montes, 2009) se evaluó la interacción de la presencia/ausencia de estímulos correlacionados con la entrega de agua, bajo condiciones de privación/no privación de agua en programas de reforzamiento continuo y de intervalo fijo y variable. Los resultados mostraron que todas las ratas respondieron en las dos fases iniciales con reforzamiento continuo e intervalo fijo y variable con agua, a pesar de no estar privadas. Se observó también que la presencia/ausencia de los estímulos correlacionados con la entrega de agua no afectó la ejecución a lo largo del experimento. Se encontró que la frecuencia de apretar la palanca varió de acuerdo con la ausencia/presencia de privación de agua, independientemente del programa y frecuencia de entregas de agua, observándose la misma cantidad de respuesta en todos los programas. El dato más interesante, para los propósitos de este análisis, fue que durante los programas de intervalo fijo y variable con privación ocurrieron más respuestas de muestreo al bebedero sin agua que respuestas de presionar la palanca. Este efecto sugiere que en los programas de intervalo, a diferencia de los programas de reforzamiento continuo y de razón en que el número de respuestas de apretar la palanca determina la frecuencia de reforzamiento, el organismo sondea la distribución de la entrega del agua en este caso mediante respuestas de ingreso al bebedero, que normalmente nunca se miden en los experimentos de conducta operante. De este modo, las respuestas de sondeo en el bebedero tendrían propiedades discriminativas en la ejecución de los programas de intervalo, y no la propia ocurrencia del reforzamiento como regularmente se propone. En la medida en que no se encontraron diferencias en presencia o ausencia de los estímulos correlacionados con la entrega de agua, y que se observaron altas frecuencias de respuestas de muestreo al bebedero sin agua en

el tiempo inmediato al suministro de agua, es prudente concluir que la entrega de agua (y sus correlaciones de estímulo) no es discriminativa de la no entrega de agua inmediata posteriormente.

#### Comentarios Finales

En primer lugar, es importante destacar que los resultados de los experimentos reseñados se basan siempre en datos individuales, de todas y cada una de las sesiones experimentales y del tiempo completo de cada sesión. No hay selección de datos bajo ningún criterio de “estabilidad” o de ejecución esperada. Consideramos que la evidencia no debe consistir de datos cercenados que se ajusten a resultados ideales o típicos. Ello quizá puede justificarse en la investigación tecnológica, pero no en la investigación científica. Por la misma razón, en todos los casos, las ratas experimentales se expusieron siempre al mismo número de presentación de las variables manipuladas y al un mismo número y tiempo de sesiones. Esta puede ser una de las razones por las que no se observaron los efectos típicos de “control del estímulo”, usualmente observados bajo criterios de restricción experimental muy particulares.

En segundo lugar, independientemente de los estudios reseñados para mostrar datos “anómalos” o “atípicos” para la teoría del condicionamiento operante (en cualquiera de sus versiones), he resaltado también las dificultades lógicas en la definición y uso del concepto de estímulo y de las funciones que se le atribuyen en el condicionamiento operante. A pesar de que se asume que toda conducta operante es el resultado de una causación múltiple (argumento también difícil de entender), queda claro que es demasiado simplista suponer que el comportamiento puede ser analizado y examinado con base en una relación de contingencia de tres términos (y variables derivadas). Deseo insistir, como ya lo he hecho anteriormente (Ribes, 1997, 2007), en la necesidad de distinguir entre ocurrencias físicas y relaciones funcionales, así como en la formulación de medidas molares que eliminen la frecuencia como medida básica del análisis de la conducta y permitan examinar los fenómenos en términos de auténticas covariaciones de patrones funcionales de estimulación y de respuesta.

Espero que estas observaciones sean un estímulo para reflexionar sobre nuestra disciplina y para cuestionar el camino seguido hasta el momento. La investigación experimental sin un ejercicio teórico-conceptual crítico equivale a recorrer un camino que no se sabe a dónde conduce.

#### Referencias

- Blough, D. S. (1966). The study of animal sensory processes by operant methods. En W. K. Honing (Ed.), *Operant behavior: Areas of research and application* (pp. 345-379). New York: Appleton Century Crofts.
- Brown, P. L., & Jenkins, H. M. (1968). Auto-shaping of the pigeon's key-peck. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11, 1-8.
- Byrd, L. D., & Marr, M. J. (1969). Relations between patterns of responding and the presentation of stimuli under second-order schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12, 713-722.



- Ferster, C. B., & Skinner, B. F. (1957). *Schedules of reinforcement*. New York, E.U.: Appleton Century Crofts.
- Hull, C. L. (1952). *A behavior system*. New Haven: Yale University Press.
- Kelleher, R. T. (1966). Chaining and conditioned reinforcement. En W. K. Honig (Ed.), *Operant behavior: Areas of research and application* (pp. 160-212). New York, E. U.: Appleton Century Crofts.
- Marr, M. J. (1969). Second order schedules. En D. Hendry (Ed.), *Conditioned reinforcement* (pp. 37-60). Homewood, Ill: Dorsey Press.
- Morse, W. H., & Skinner, B. F. (1955). A second type of "superstition" in the pigeon. *American Journal of Psychology*, *70*, 308-311.
- Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned reflexes*. Oxford: Dover Press.
- Ribes, E. (1997). Causality and contingency: Some conceptual considerations. *The Psychological Record*, *47*, 619-639.
- Ribes, E. (2003). What is defined in operational definitions? The case of operant psychology. *Behavior and Philosophy*, *31*, 111-126.
- Ribes, E. (2004). Concepts and theories: Relation to scientific categories. En A. Lattal & P. Chase (Eds.), *Behavior theory and philosophy* (pp. 147-164). New York, E. U.: Kluwer/Plenum.
- Ribes, E. (2007). Estados y límites del campo, medios de contacto y análisis molar del comportamiento: Reflexiones teóricas. *Acta Comportamentalia*, *15*, 229-259.
- Ribes, E., Carvajal, J., Valdez, U., Torres, C., & Mayoral, A. (2009). Acquisition of bar-pressing under interval and ratio-schedules in the presence and absence of stimuli correlated with water delivery. *European Journal of Behavior Analysis*, *10*, 19-29.
- Ribes, E., Mayoral, A., Torres, C., & Ibañez, F. J. (2000). Effects of auditory stimuli correlated with different probabilities of water delivery in a limited-hold temporal schedule. *Behavioural Processes*, *52*, 49-59.
- Ribes, E., & Montes, E. (2009). Interacción de la privación de agua y los estímulos correlacionados con la entrega de agua en programas de reforzamiento continuo y de intervalo. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, *35*, número monográfico, 61-85.
- Ribes, E., Montes, E., & Mayoral, A. (2008). Efectos de la coextensividad del estímulo neutro con distintas longitudes del tiempo discriminativo en un programa definido temporalmente. *Acta Comportamentalia*, *16*, 273-288.
- Ribes, E., & Torres, C. (1996). Efectos de la variación en la probabilidad de reforzamiento correlacionada con dos estímulos neutros en un programa definido temporalmente. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, *22*, 41-78.
- Ribes, E., & Torres, C. (1997). Stimuli and functions: lack of discrimination or overgeneralization? *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, *23*, 249-274.
- Ribes, E., Torres, C., Barrera, A., & Mayoral, A. (1997). Control discriminativo con estímulos compuestos en programas temporales de reforzamiento. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, *23*, 25-51.

- Ribes, E., Torres, C., & Mayoral, A. (2002). Extended exposure to a discriminated, limited-hold temporal schedule does not produce stimulus control. *Behavioural Processes*, *59*, 131-146.
- Ribes, E., Torres, C., & Piña, J. (1999). Comparación de los efectos de la presencia y ausencia de estímulos diferenciales en dos programas temporales con probabilidades variantes igualadas. *Acta Comportamentalia*, *7*, 5-29.
- Rilling, M. (1977). Stimulus control and inhibitory processes. En W. K. Honig, & J. E. Staddon (Eds.), *Handbook of operant behaviour* (pp 432-480). Englewood Cliffs, NJ, E. U.: Prentice-Hall.
- Schoenfeld, W. N., & Cole, B. K. (1972). *Stimulus schedules: The T-t systems*. New York, E.U.: Harper & Row.
- Schoenfeld, W. N., & Cumming, W. W. (1957). Some effects of alternation of rate in a time-correlated reinforcement contingency. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *43*, 349-354.
- Schoenfeld, W. N., Cumming, W. W., & Hearst, E. (1956). On the classification of reinforcement schedules. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *42*, 563-570.
- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms*. New York. E.U.: Appleton Century Crofts.
- Skinner, B. F. (1966). An operant analysis of problem solving. En B. Kleinmuntz (Ed.), *Problem solving: Research, method and theory* (pp. 225-257). New York, E.U.: Wiley.
- Sidman, M. (1994). *Equivalence relations and behavior: A research story*. Boston, E.U.: Authors Cooperative.
- Torres, C., Ribes, E., & Mayoral, A. (2003). Efectos de probabilidades complementarias y contrastadas de reforzamiento con y sin señalización en programas temporales. *Acta Comportamentalia*, *11*, 130-149.
- Weissman, A. (1961). Impairment of performance when a discriminative stimulus is correlated with a reinforcement contingency. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *4*, 365-369.
- Weissman, A. (1965). Behavior effects of pairing an S<sup>D</sup> with a decreasing limited-hold reinforcement schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *6*, 265-268.

## **Efectos de la Dispersión de Alimento sobre la Elección y los Patrones de Exploración**

Maryed Rojas, Diana Pérez, Arturo Clavijo, Oscar García-Leal\* & Germán Gutiérrez<sup>1</sup>

Universidad Nacional de Colombia, \*CEIC-Universidad de Guadalajara, México

### **Resumen:**

Una variable poco estudiada en el área de forrajeo y elección de parches es la distribución del alimento. Dos parches con similar densidad de alimento pero distinta distribución implican diferentes tiempos de búsqueda y, en consecuencia, diferente exposición a posibles predadores. Se estudió el efecto de la dispersión de alimento sobre la elección, exploración y explotación de parche. Se expuso a un grupo de ratas a un instrumento con una zona de elección y dos parches topográficamente iguales y con la misma cantidad de alimento, pero diferente dispersión: alimento concentrado en un solo lugar vs alimento disperso en ocho puntos. Los animales permanecieron durante más tiempo en el parche con alimento concentrado, mientras que en el parche disperso realizaron visitas breves y exhaustivas respecto al vaciado. Los animales desarrollaron patrones de exploración típicos para cada una de las zonas. Se sugiere que los animales establecieron la zona de elección y el parche concentrado como zonas seguras de exploración.

*Palabras claves:* Forrajeo, Elección, Distribución de comida.

## **Effects of Food Dispersion on Choice and Exploration Patterns**

### **Abstract**

The distribution of food has not been widely studied in the areas of foraging and patch choice. Search time and the potential exposure to predators vary when animals are exposed to two patches that have similar food density but different food distribution. The effects of food dispersion on choice, exploration, and exploitation of two patches was studied. A group of rats was placed in an experimental apparatus that had a choice area and two patches that were topographically identical and contained the same amount of food but varied in food dispersion: either the food was concentrated in a single place or the food was dispersed in eight different locations. Results showed that the rats remained a longer time in the concentrated patch and showed shorter, exhaustive visits to the patch where the food was dispersed. Rats developed different exploration patterns for each of the areas. The preferred areas for exploration were both the choice area and the concentrated patch.

*Keywords:* Foraging, Choice, Food distribution.

---

<sup>1</sup> Correspondencia: Germán Gutiérrez, Ph.D. Departamento de Psicología, Universidad Nacional de Colombia.  
E-mail: gagutierrezd@unal.edu.co.  
© UNAM Facultad de Psicología, 2011

Todo organismo debe resolver el problema energético que representa una fuente limitada de alimento, un variado número de presas en el espacio y el tiempo, un gasto energético derivado de la propia conducta de forrajeo, competencia con otras actividades y un riesgo de predación, entre otros (Gutiérrez, 1998; Papini, 2009). Se han desarrollado varios modelos para explicar las estrategias utilizadas por un animal para resolver el problema energético mencionado. Uno de los modelos más exitosos ha sido la Teoría de Forrajeo Óptimo (TFO). A pesar de sus limitaciones (Alcock, 2001), dicha teoría ha sido exitosa no sólo en hacer predicciones importantes sobre la conducta de los organismos en la elección y búsqueda de su alimento, sino que ha estimulado ampliamente la investigación en el área.

La TFO asume que los animales en una situación de búsqueda de alimento forrajean para maximizar la energía ganada y minimizar los gastos energéticos propios de la búsqueda. La energía ganada es medida en términos de calorías y la energía gastada en términos de tiempo implicado en la búsqueda y manipulación del alimento (Pyke, 1984). Sin embargo, las características particulares de la situación en la que se despliega la búsqueda de alimento dificultan la aplicación directa de un principio tan general. Debido a esto han surgido modelos específicos que, conocidas las características particulares de las situaciones, permiten dar razón de las estrategias utilizadas por los animales en la búsqueda de alimento (Klaassen, Nolet, Van Gils, & Bauer, 2006; Mellgren, Misasi, & Brown, 1984).

En el marco de la TFO se plantean cuatro grandes problemas que los animales enfrentan en una situación de forrajeo: selección de la presa, selección de parche, tiempo de permanencia en un parche y forma en que el parche será visitado (Gutiérrez, 1998). Por motivos expositivos el trabajo se centra únicamente en la selección de parche y en la forma en que los animales exploran y muestrean un parche.

Arditi y Dacorogna (1988) definieron un parche o zona de alimentación como un área en la que hay alimento uniformemente distribuido y alrededor del cual no hay alimento, mientras que Stephens y Krebs (1986) se refirieron a un conjunto de ítems (presas) de distribución heterogénea. Para efectos de este artículo, se considerará parche como un área delimitada en la que se presenta alimento con una distribución particular y conocida.

Algunas de las variables estudiadas en relación con la selección de parche son la densidad de presas, el riesgo predatorio y la dispersión (Shettleworth, 1998). La densidad de presas se refiere a la cantidad de alimento disponible en un parche dividido por el área total del parche. Esta variable ha recibido especial atención ya que la mayoría de modelos de forrajeo óptimo, entre ellos el teorema del valor marginal, asume que el animal maximiza la tasa de energía ingerida a largo plazo, la cual se ve afectada directamente por la densidad de presas pero no por factores de la distribución de alimento en un parche como la dispersión. En experimentos en los que se ha expuesto a ratas a dos parches con distinta densidad de presas se ha encontrado que los animales permanecen más tiempo en la zona con mayor densidad, sobre-utilizan los recursos de la zona más densa y sub-utilizan los de la menos densa, y realizan actividades diferentes a las

relacionadas con alimentación durante el tiempo en que permanecen en la zona más densa (Arcis & Desor, 2003; Mellgren, 1982; Mellgren et al., 1984).

Como mencionó Papini (2009) todas las elecciones en forrajeo están sujetas a cierto tipo de restricciones, entre ellas, el riesgo predatorio. Cuando un animal está forrajeando no sólo debe tener en cuenta la rentabilidad de una zona o de una presa, sino también vigilar la presencia de predadores, cuidar de sus crías, buscar pareja y ajustarse a las restricciones temporales de disponibilidad de las presas (algunas sólo están disponibles en ciertos momentos del día, otras sólo en cierta temporada). Durante el forrajeo disminuye la atención anti-predatoria; adicionalmente, la búsqueda implica recorrer lugares en los que puede haber predadores. Estos y otros factores hacen que la búsqueda de alimento implique algún tipo de riesgo (Cuthill & Houston, 1997). El efecto del riesgo predatorio sobre la elección de parche ha sido manipulado de forma indirecta exponiendo a los sujetos a estructuras ambientales diferentes en cada parche. En estos estudios, se ha encontrado que los animales permanecen más tiempo en los ambientes que, de acuerdo con la especie, proporcionan mayor protección ante posibles predadores (Arcis & Desor, 2003; Bultler, Whittingham, Quinn, & Creesswell, 2005). En ratas, cuando se manipula tanto la densidad de presas como el riesgo predatorio, se encuentra que los animales continúan prefiriendo la zona con menor riesgo predatorio, aún cuando ésta tenga la menor cantidad de presas.

Dos parches pueden tener exactamente la misma densidad de alimento (presas) pero con una dispersión diferente, lo que puede afectar el tiempo que demora el animal en encontrar cada presa dentro del parche, la forma de explorarlo y la estimación de la densidad de presas. Mellgren et al. (1984) señalaron, por ejemplo, que el tiempo que transcurre entre la captura de dos presas puede operar como un estimador para el animal de la densidad de las mismas en una zona de alimentación. Sin embargo, esta hipótesis ha sido poco estudiada desde la perspectiva de la teoría del forrajeo óptimo, debido al supuesto de que el animal tiene total conocimiento de la tasa de energía que ofrece el ambiente, y ésta no se ve afectada por la disposición de las presas.

Un factor importante a considerar es el patrón particular de conducta que despliega una especie en la búsqueda de alimento. Esto ha permitido definir diferentes categorías o modalidades de forrajeo. Un tipo particular de forrajeador, el central, como es el caso de la rata se caracteriza por tener un nido en torno al cual busca su alimento y pocos almacenes cercanos, o por utilizar el mismo nido como almacén. En un ambiente novedoso, dichos animales establecen rápidamente una base para la exploración (home-base). La base de exploración puede identificarse por la conducta típica que despliegan los animales en ella, como acicalarse, encogerse, elevarse, realizar visitas frecuentes y permanecer largos periodos de tiempo. El patrón típico de exploración cuando se ha establecido una base de exploración está compuesto por excursiones desde la base hacia otros puntos inicialmente cercanos, con progresiones marcadas, con un número limitado de paradas, y que terminan con un rápido y directo retorno a la base (Avni, Zadicario, & Eilam, 2006; Clark, Hines, Hamilton, & Whishaw, 2005; Tchemichovski & Golani, 1995).

En los estudios realizados en un laberinto de campo abierto, el establecimiento de un lugar específico como base de exploración es arbitrario. Sin embargo, algunos estudios sugieren que en ambientes más complejos el establecimiento de esta base depende de las características del lugar. Eilam (2003) encontró que cuando los animales son observados en ambientes complejos que contienen refugios, muros verticales o esquinas, la base de exploración usualmente es establecida cerca de éstos. Genaro y Robert (2000) encontraron que en ambientes complejos los animales realizaban una exploración más completa de la zona, un mayor número de excursiones y excursiones con recorridos más largos. Nemati y Whishaw (2007) observaron que el punto del laberinto donde el animal era introducido era elegido con mayor probabilidad que otros puntos como base de exploración, sobre todo si estaba marcado por algún tipo de señal. Por último, Tchemichovski y Golani (1995) señalaron que ante la exposición repetida al mismo laberinto, los animales pueden establecer más de una base de exploración.

Además del establecimiento de una base de exploración, los forrajeadores centrales pueden transportar el alimento a una base segura, para consumirlo allí o para almacenarlo y consumirlo posteriormente, o consumirlo en el lugar en el que lo encuentran. Existen dos variables principales que afectan el transporte y el almacenamiento de comida en forrajeadores centrales: la distancia y el tamaño de la porción. Se ha observado que cuanto mayor es el tamaño de la porción de comida encontrada, mayor es la probabilidad de que ésta se transporte a un lugar seguro para su consumo. Sin embargo, si la distancia que debe recorrer el animal es muy grande, la probabilidad de transportarlo disminuye. De esta manera los animales logran maximizar la energía obtenida y minimizar el riesgo de predación (Charron & Cabanac, 2004; Nakatsuyama & Fujita, 1995; Vander, 1990). Nakatsuyama y Fujita (1995) analizaron los efectos del tamaño de la porción, la distancia a la que se encuentra el alimento, y la dispersión de éste (teniendo en una opción el alimento ubicado en un sólo sitio y en la otra en cuatro) sobre el transporte. Las ratas consumieron en el lugar de encuentro los trozos pequeños de comida y transportaron los trozos grandes independientemente de la distancia y la dispersión. Por otra parte, cuando los animales son expuestos a dos zonas de búsqueda de alimento el cambio de zona es favorecido a medida que disminuye la cantidad de alimento de la zona en la que se encuentra (Haig, Rawlins, Olton, Mead, & Taylor, 1983; Laughlin & Mendl, 2000; Sakamoto & Okaichi, 2001).

Finalmente, se ha observado que un mismo forrajeador puede tener modos de búsqueda distintos dependiendo de la frecuencia de encuentro de presas. Fortin (2002) y Klaassen et al. (2006) describieron dos principales modos de búsqueda: el extensivo, desatado por un largo periodo de tiempo sin encuentros con presas, que se caracteriza por una baja ondulación en el cubrimiento del área y un incremento en la velocidad de la exploración; y el modo intensivo, desatado por el encuentro con una presa, que se caracteriza por una sinuosidad en los movimientos y una disminución de la velocidad.

El propósito de este estudio fue analizar el efecto de la dispersión de alimento sobre la elección de parche, su exploración y explotación, considerando que la disposición de alimento en un parche puede afectar la forma como el animal

entra en contacto con él y, por lo tanto, su conducta de forrajeo, contrario a lo que sugeriría un modelo de forrajeo óptimo como el TVM. Con este objetivo, se expuso a un grupo de ratas a dos parches con igual densidad de alimento pero diferente distribución espacial. En uno de ellos el alimento se presentó en un único lugar, en tanto que en el otro el alimento se distribuyó en diferentes puntos del parche. Ambos parches se encontraban comunicados por una zona central que permitía transitar de uno a otro. Se analizó el efecto de la dispersión del alimento sobre la preferencia y los patrones de exploración de los parches.

## **Método**

### *Sujetos*

Se utilizaron siete ratas Wistar (*Rattus norvegicus*) macho de 350 grs. ( $\pm 10$ ) de peso. Los animales fueron criados en el Bioterio Central de la Universidad Nacional de Colombia. El acceso al agua fue ad libitum y se suministró alimento concentrado para roedores (Rodentina®-Agrinal), de acuerdo con las condiciones del experimento. Durante las sesiones se proporcionó el mismo tipo de alimento, pero se usaron piezas de aproximadamente 1 gr.

### *Instrumentos*

Se diseñó un laberinto de elección (véase Figura 1), compuesto por una zona de inicio o zona de elección (E) y dos zonas de búsqueda de alimento o parches: zona dispersa (D) y zona concentrada (C). La zona de elección contaba con un dispositivo para el suministro de agua. Cada una de las zonas de búsqueda estaba compuesta por ocho puntos o estaciones de alimentación y una serie de corredores que comunicaban dichos puntos. El instrumento tenía una altura de 13.5 cm, estaba fabricado con madera laminada forrada en papel adhesivo blanco y tenía una cubierta de malla metálica con marco de madera.

Las sesiones experimentales fueron grabadas, utilizando un sistema de video compuesto por una cámara B/N de 350 líneas y un VHS. Los datos se registraron con el programa X-Plo-Rat 2005 beta 1.0.1.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Este programa fue desarrollado en el Laboratorio de Comportamiento Exploratorio de la Universidad de Sao Paulo por Khallil Taverna Chaim y Silvio Morato, y puede descargarse de forma gratuita en <http://scotty.ffclrp.usp.br/page.php?6>.

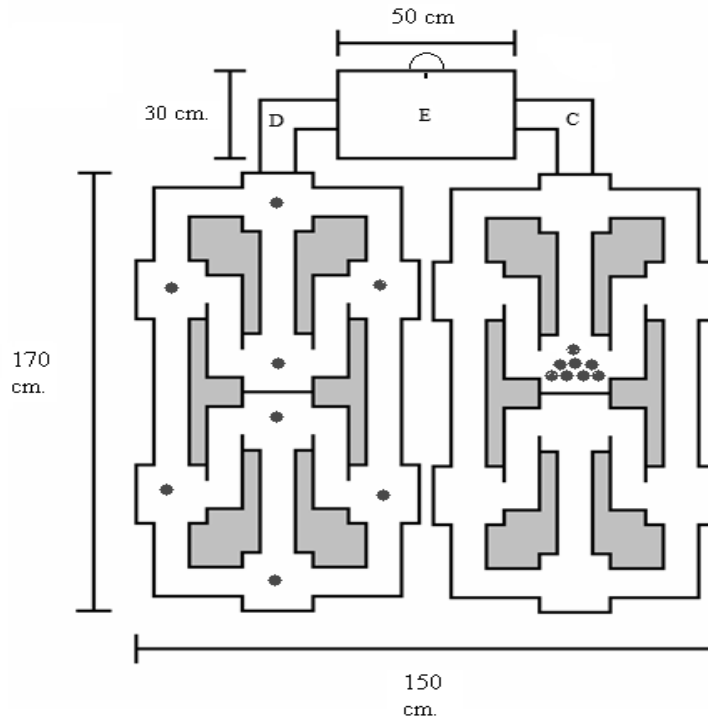


Figura 1. Laberinto de elección con dos parches.

### Procedimiento

Los animales fueron expuestos individualmente a un ensayo de reconocimiento de 30 minutos en el cual podían explorar libremente el instrumento, pero en el que no había comida. Al finalizar este periodo, eran llevados a su alojamiento donde permanecían por 40 minutos; posteriormente, eran introducidos de nuevo en el instrumento, iniciándose el ensayo de prueba. Dicho ensayo tuvo una duración de 13 horas continuas, durante las cuales los sujetos estuvieron en el instrumento.

Durante el ensayo de prueba se presentaron dos condiciones de dispersión diferentes: en la zona concentrada (Zona C), la totalidad del alimento se encontraba dispuesta en un sólo punto del laberinto y en la zona dispersa (Zona D), la misma cantidad de alimento fue distribuida equitativamente en los ocho puntos (véase Figura 1). En cada una de las zonas, la cantidad de alimento depositado correspondía al consumo promedio del animal en la caja habitación, con acceso ad libitum, durante los cuatro días previos al inicio del estudio. Para cuatro de los animales, la zona dispersa (D) se ubicó al lado izquierdo del instrumento, y para los tres restantes al lado derecho.

Con el objetivo de no alterar los periodos temporales de alimentación de las ratas reportados en condiciones de aislamiento (Whishaw & Kolb, 2005), para



cada uno de los sujetos el ensayo de prueba inició a las 6:00 pm. Después de las 13 horas de estadía en el instrumento, cada animal fue llevado a su respectivo alojamiento y se registró la cantidad de comida encontrada en cada zona.

Se registraron en video las primeras seis horas del ensayo de prueba, ya que se había determinado en observaciones previas en nuestro propio laboratorio, que después de este intervalo los niveles de exploración descendían hasta ser casi nulos. Se registró el porcentaje de tiempo de permanencia en cada una de las zonas del instrumento, en cada punto de alimentación, las salidas y entradas a cada uno, el transporte de alimento, y el patrón de exploración en los puntos de alimentación.

## Resultados

Se tuvo en cuenta el porcentaje de tiempo dedicado a cada alternativa, la frecuencia y la duración promedio de las visitas y la forma como fueron exploradas las zonas, tanto para el ensayo de reconocimiento como para el ensayo de prueba, para evaluar los efectos de la dispersión sobre la elección de parche; además se analizó el transporte de alimento y la conducta de reposo. En este orden serán presentados los resultados.

Tanto en el ensayo de reconocimiento como en el de prueba, los animales exploraron el instrumento de manera uniforme, alternando entre las Zonas C y D, de modo que aproximadamente el 50% de las entradas fueron a la zona de elección y el 25% a cada una de las zonas. La Figura 2 muestra los porcentajes de visitas para cada zona del laberinto durante el ensayo de reconocimiento y el de prueba.

La distribución de tiempo entre las tres zonas fue diferente en el ensayo de reconocimiento y en el de prueba (ver Figura 3). En reconocimiento, el porcentaje de tiempo dedicado a permanecer en cada zona mostró la misma tendencia que el porcentaje de visitas, mientras que en el ensayo de prueba, el porcentaje de tiempo dedicado a la zona de elección ( $M= 58.47$ ,  $D. E. = 22.47$ ) fue superior al dedicado a la zona concentrada ( $M= 30.60$ ,  $D. E. = 15.75$ ), y éste a su vez mayor al correspondiente a la zona dispersa ( $M= 10.92$ ;  $D. E. = 7.74$ ). El porcentaje de tiempo dedicado a cada una de las opciones fue estadísticamente diferente  $F(2,18) = 14.74$ ,  $p < 0.001$  (método Holm-Sidak para comparaciones múltiples).

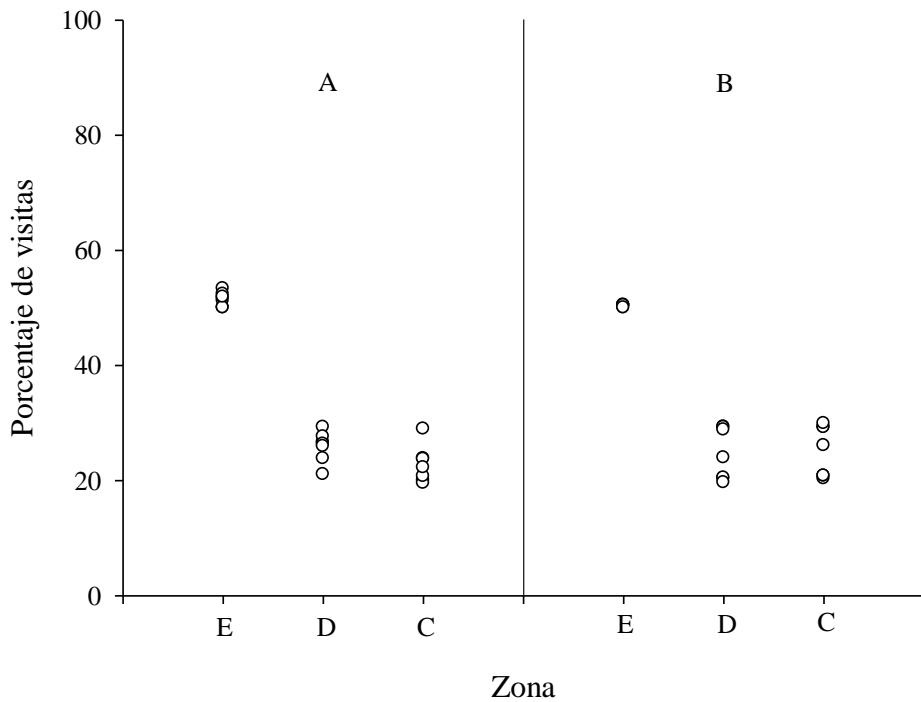


Figura 2. Porcentaje de visitas a cada zona (E = zona de elección; D = zona densa; C = zona concentrada) del instrumento durante el ensayo de reconocimiento (A) y el ensayo de prueba (B).

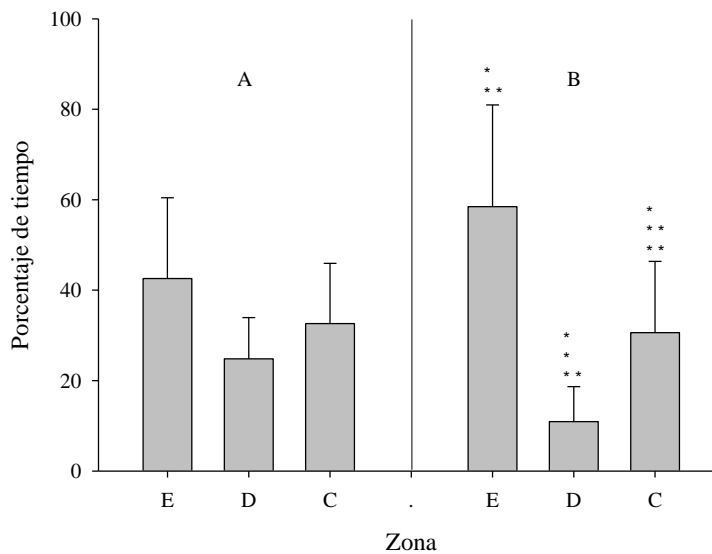


Figura 3. Porcentaje promedio de tiempo dedicado por los sujetos a cada una de las zonas (E = elección; D = dispersa; C = concentrada) durante el ensayo de reconocimiento (A) y el ensayo de prueba (B).

\*Elección versus Dispersa  $t(6) = 5.403, p < 0.05$ .

\*\*Elección versus Concentrada  $t(6) = 3.167, p < 0.05$ .

\*\*\*Concentrada versus Dispersa  $t(6) = 2.236, p < 0.05$ .

No hubo diferencias en la duración promedio de cada una de las visitas a las zonas durante el ensayo de reconocimiento, pero sí durante el de prueba (véase Figura 4). En el ensayo de prueba, las visitas fueron en promedio más prolongadas en la zona de concentración de alimento ( $M= 3.33$ ,  $D. E. = 1.58$ ), con una duración similar a la registrada en la zona de elección ( $M= 3.30$ ,  $D. E. = 1.34$ ), y superior a la de la zona de dispersión de alimento ( $M= 1.338$ ,  $D. E. = 0.762$ ). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas  $F(2,18) = 5.598$ ,  $p < 0.05$  (método Holm-Sidak para comparaciones múltiples).

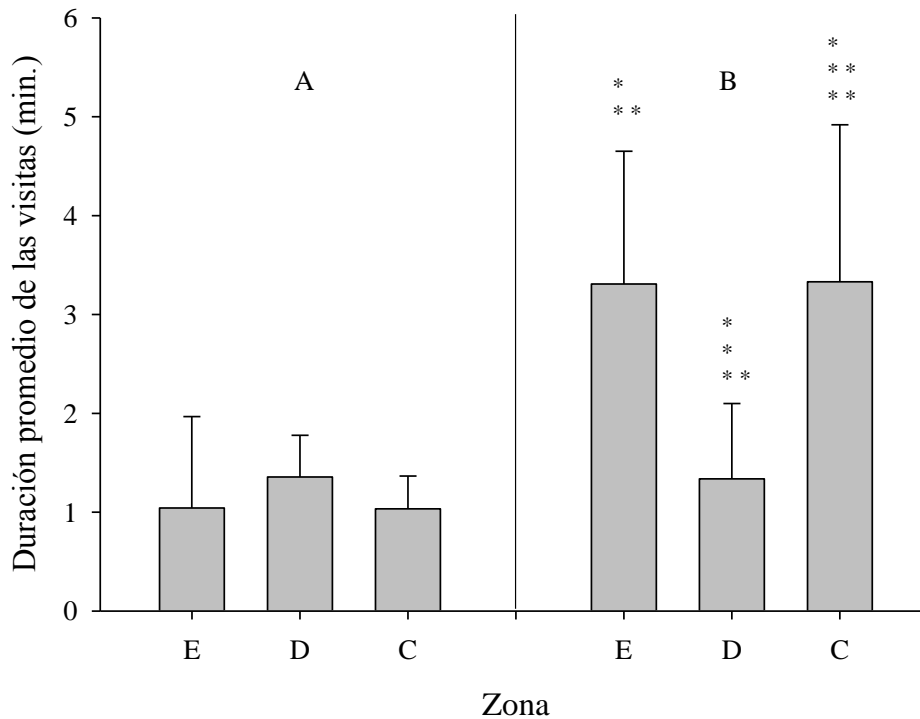


Figura 4. Duración promedio de las visitas de los sujetos a cada una de las zonas (E = elección, D = dispersa; C = concentrada) durante el ensayo de reconocimiento (A) y el ensayo de prueba (B).

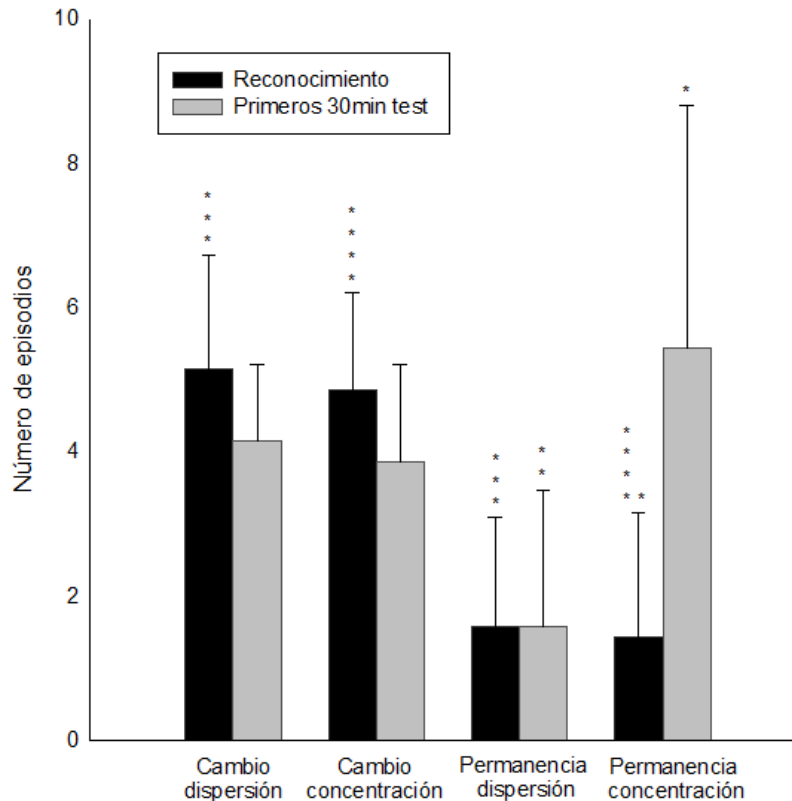
\*Elección versus Dispersa  $t(6) = 2.913$ ,  $p < 0.05$ .

\*\*Elección vs. Concentrada  $t(6) = 2.882$ ,  $p < 0.05$ .

\*\*\*Concentrado vs. Dispersa  $t(6) = 0.0318$ ,  $p < 0.05$ .

Respecto a la forma como los sujetos exploraron el instrumento se consideraron los patrones de cambio-permanencia, y los recorridos más comunes de exploración. Durante el ensayo de reconocimiento las ratas establecieron un patrón de cambio-permanencia en el que predominaron los episodios de cambio de zona luego de pasar por la zona de elección, éstos fueron estadísticamente diferentes a los de permanencia (Procedimiento de comparaciones múltiples entre grupos de Kruskal-Wallis análisis de varianza simple por rangos) (ver Figura 5). Por el contrario, durante los primeros treinta minutos del ensayo de prueba los episodios de permanencia para la zona concentrada fueron más numerosos que

en la zona dispersa y similares a los de cambio. Si se comparan los dos tipos de ensayo se observa que los patrones de permanencia para la zona concentrada fueron significativamente más frecuentes en el ensayo de prueba que en el de reconocimiento.



*Figura 5.* Número de episodios de cambio y permanencia por alternativa, en reconocimiento y primeros 30 minutos del ensayo de prueba.

\*Permanencia concentración reconocimiento versus permanencia concentración  $t(6) = 4.045$ ,  $p < 0.05$

\*\*Permanencia dispersión prueba versus permanencia concentración  $t(6) = 3.901$ ,  $p < 0.05$ .

\*\*\*Cambio dispersión reconocimiento versus permanencia dispersión reconocimiento  $t(6) = 3.612$ ,  $p < 0.05$ .

\*\*\*\*Cambio concentración reconocimiento versus permanencia concentración reconocimiento  $t(7) = 3.767$ ,  $p < 0.05$ .

En cuanto a los recorridos realizados por los animales, las Figuras 6 y 7 ilustran las cuatro rutas más frecuentes entre los sujetos durante el ensayo de reconocimiento y los primeros 30 minutos de la prueba. Durante el reconocimiento, los sujetos se adentraron en el instrumento sin que el paso por la estación del centro fuera predominante y la ejecución fue casi idéntica para ambas

zonas en tanto profundidad, áreas de tránsito y orden de los patrones, aunque con una lateralidad opuesta; la única variación se presentó en el Patrón 4.

Al examinar los patrones de los sujetos durante los primeros 30 minutos del ensayo de prueba (Figura 7) se observó que para el lado disperso los sujetos tendieron a alejarse del centro del laberinto, siendo notable que el Patrón 1 con un mayor número de episodios, 16 en total, fue el patrón con menor profundidad; en éste los sujetos entraban al laberinto y salían luego de tocar un solo punto. Los patrones de mayor profundidad (Patrones 2 y 4) presentaron un total de nueve y cinco episodios respectivamente; el Patrón 3 en el que se hubo tránsito por el centro del laberinto se presentó un total de seis veces. El análisis de los patrones de exploración se basó en las frecuencias de los recorridos que más se repitieron entre los sujetos y, en consecuencia, no es posible determinar porcentajes de patrones en relación con un total.

Dentro de la zona concentrada el mayor punto de tránsito fue en el que se encontraba el alimento. Los recorridos en esta zona fueron de poca profundidad, como lo ilustra el Recorrido 1, con un total de 23 episodios, que se restringía al punto de entrada y al punto con comida antes de salir de nuevo de la zona. Los Patrones 2, 3 y 4, se presentaron un total de 11, 10 y nueve veces, respectivamente.

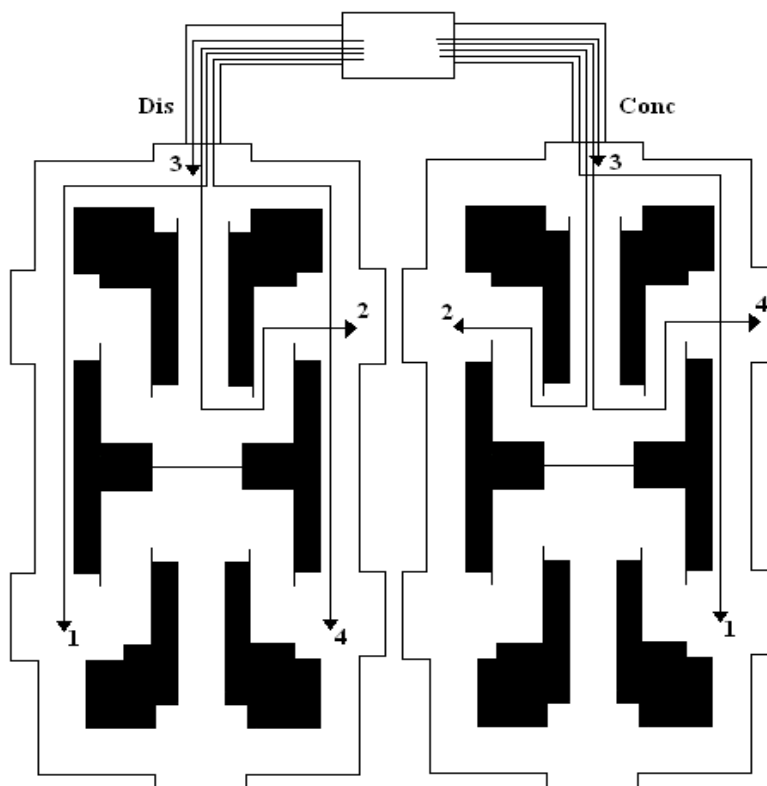


Figura 6. Croquis de la conducta exploratoria durante el ensayo de reconocimiento.

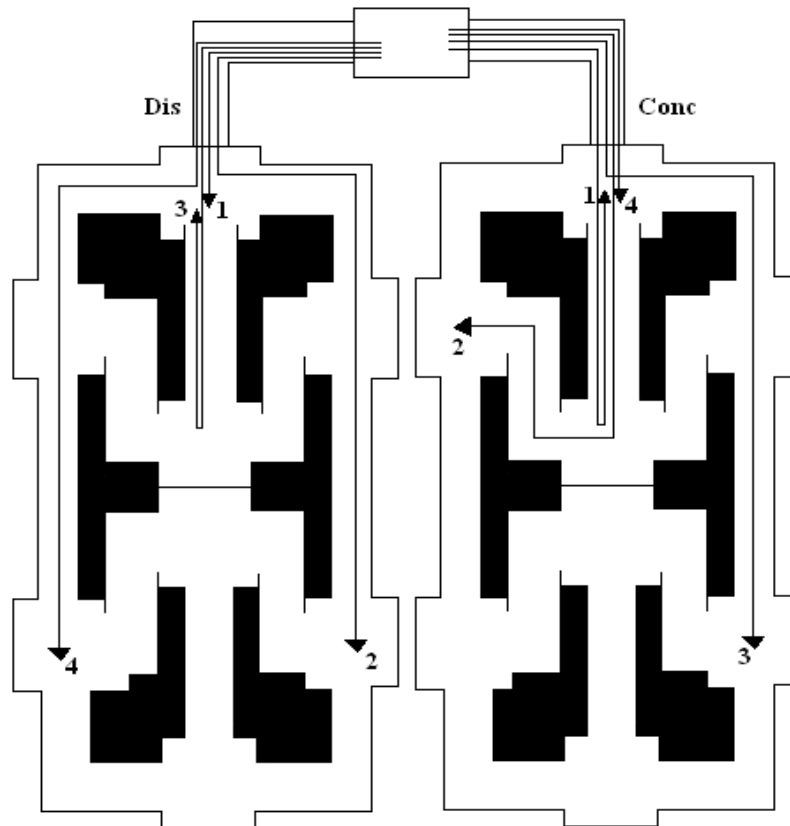


Figura 7. Croquis de la conducta exploratoria durante el ensayo de prueba.

Pasados los primeros 30 minutos del ensayo de prueba se presentó una disminución drástica de la actividad y de los patrones desarrollados. En general, se observó que los patrones desarrollados en la zona concentrada fueron más profundos que para el lado disperso en este intervalo de tiempo, al contrario que en el intervalo anterior.

También se analizó el transporte y consumo de alimento, y la conducta de reposo. Ya que los animales podían transportar libremente la comida de un lado al otro, era posible realizar transportes dentro de los puntos de la misma zona o de una zona a otra; sin embargo, la mayoría de los transportes se realizaron de las Zonas C y D del laberinto hacia la caja de elección y no existieron transportes desde una zona a la otra ni de la caja de elección a alguna de las Zonas C o D. Los animales extrajeron alrededor del 90% del alimento de la Zona D y aproximadamente el 70% del dispuesto en la Zona C, y lo transportaron a la caja de elección. Los sujetos consumieron en promedio un 40% del alimento suministrado, aproximadamente un 80% del consumo promedio diario.

En la Figura 8 se presentan los recorridos más frecuentes que realizaron los animales en cada zona mientras transportaban alimento. En la zona dispersa los episodios de transporte tuvieron diferentes puntos de inicio, como puede esperarse a partir de la distribución misma del alimento. Sin embargo, cabe resaltar que los patrones más frecuentes fueron iniciados en las estaciones más cercanas al punto de salida. Por otro lado, para la zona concentrada el patrón más frecuente fue aquel que representó la vía más corta para obtener el alimento (1).

El segundo patrón más frecuente fue aquél en el que los sujetos hicieron tránsitos por áreas periféricas antes de sacar el alimento, pero no se adentraron con el alimento hacia otros puntos.

Por último, respecto a la actividad general es posible anotar que los animales presentaron un mayor número de episodios de reposo y más duraderos en la zona concentrada que en la dispersa, y en ambos casos privilegiaron el uso de los puntos más alejados de la zona de elección. También hubo una gran cantidad de episodios de reposo en la zona de elección. Algo similar fue observado para la conducta de acicalamiento.

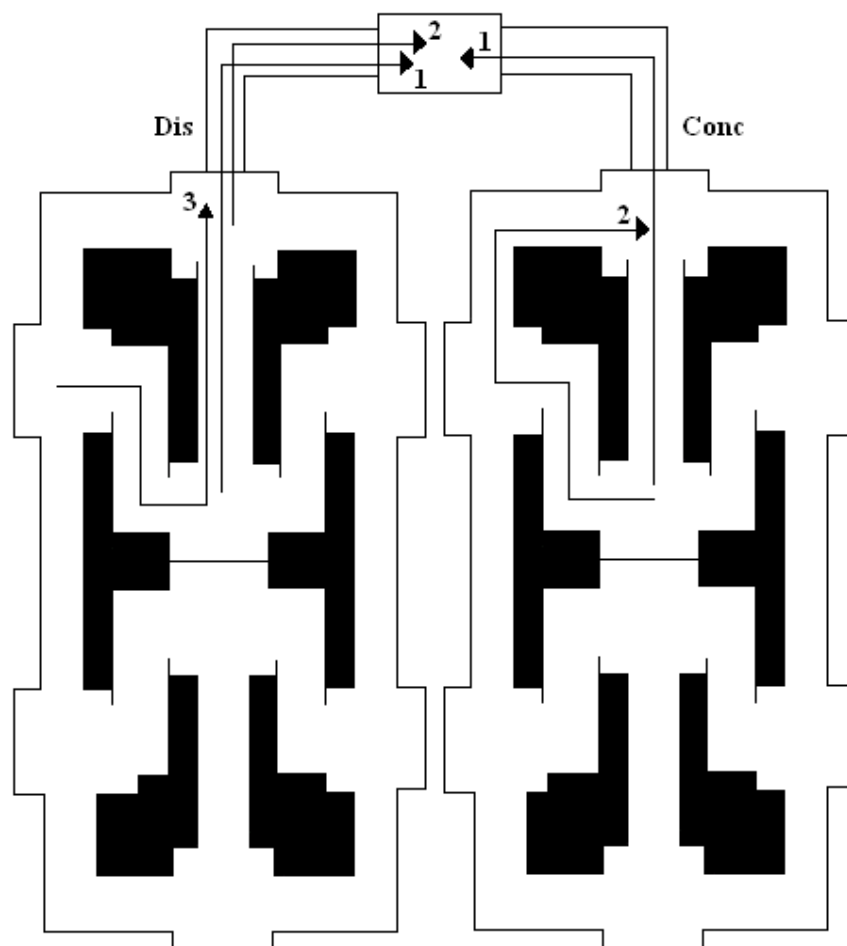


Figura 8. Croquis de la conducta de transporte durante el total de las seis horas del ensayo de prueba.

## Discusión

Durante el ensayo de reconocimiento no se observó un sesgo en la exploración de las zonas de elección, la dispersa y la concentrada, a pesar de registrarse un mayor número de visitas a la zona de elección. Este último resultado es explicable debido a que los animales debían pasar necesariamente por la zona de elección para desplazarse entre parches. Por otra parte, los animales hicieron una exploración completa del instrumento, visitando todos los puntos de cada uno de los parches. Teniendo en cuenta lo anterior, resulta plausible considerar que las variaciones en la exploración de cada parche durante el ensayo de prueba se debieron exclusivamente a la dispersión del alimento.

Durante el ensayo de prueba los animales mostraron preferencia por las zonas de elección y por la concentrada, dedicándoles la mayor parte del tiempo total y realizando visitas en promedio más largas. Este resultado puede ser explicado a la luz de diferentes hipótesis.

La hipótesis de la base de exploración plantea que los forrajeadores centrales dedican mayor cantidad de tiempo y realizan una mayor variedad de conductas en una zona elegida por el animal como base para la exploración de su entorno (Avni et al., 2006; Clark et al., 2005; Tchemichovski & Golani, 1995). En dicho lugar los forrajeadores centrales hacen almacenes de comida y reposan o duermen. Además, para explorar los parches a su alrededor, los animales hacen recorridos que inician y finalizan en dichas bases. También se ha demostrado que los animales establecen rápidamente una zona segura al entrar a un ambiente novedoso y que con el paso del tiempo pueden llegar a establecer una segunda zona de seguridad (Tchemichovski & Golani, 1995). A la luz de esta hipótesis, en el presente estudio los animales se comportaron en la zona de elección y en la concentrada como si fueran bases seguras, en la primera debido al agua, al material de nido suministrados y a su topografía, y en la segunda debido a la forma en la que estaba dispuesto el alimento. La consideración de la zona C como base segura se apoya en la utilización de esa zona como depósito de alimento en relación a lo observado en la zona D, de la que los animales extrajeron un mayor porcentaje del alimento (90%) a la zona de elección. Otra observación que podría apoyar esta hipótesis son las diferencias entre los episodios de reposo en cada una de las zonas, aunque estos resultados requerirían un mayor nivel de análisis.

El porcentaje elevado de desplazamiento de las porciones de comida distribuidas en ambos parches a la zona de elección, puede ser explicado considerando el tamaño de las porciones utilizadas en el estudio. Nakatsuyama y Fujita (1995) señalaron que las ratas tienden a transportar piezas de alimento de más de 0.2 gramos y a comer en el lugar de encuentro las de menor peso. Este elemento podría estar interactuando en el estudio realizado con el efecto de la dispersión, por lo que para posteriores experimentos sería importante controlar dicha variable.

Una segunda hipótesis considera que la dispersión de alimento en el instrumento puede afectar la tasa de ganancia y el riesgo predatorio de cada opción, ya que aunque dos parches tengan el mismo número total de presas, una distribución dispersa de éstas aumentaría el intervalo entre capturas y por tanto el



tiempo de búsqueda. Una disposición más dispersa, al requerir mayor cantidad de tiempo y desplazamiento para que el animal tenga acceso a todo el alimento, requiere, en relación con una disposición concentrada, mayor gasto energético en la búsqueda de alimento así como mayor cantidad de tiempo alejado de la base segura y, por tanto, expuesto a posibles predadores (Olsson, Brown, & Helf, 2008). Según esta hipótesis los animales preferirán parches con alimento concentrado, para así disminuir el desplazamiento y el tiempo de exposición a predadores.

Para el caso de este estudio, la tasa de ganancia programada fue mayor en la Zona C que en la Zona D. Como se mencionó, los animales permanecieron más tiempo en la Zona C que en la D, mostrando en este sentido preferencia por la zona concentrada. Al mismo tiempo transportaron a la zona de elección mayor cantidad de alimento procedente de la Zona D que de la Zona C. Este resultado refleja diferencias sustantivas en la exploración de los parches en virtud de la dispersión del alimento. Si bien el animal extrajo más alimento de la Zona D, como se mencionó, en esta zona no se registraron permanencias en la misma, de tal modo que los animales ingresaron al parche, extrajeron el alimento y éste fue inmediatamente desplazado a la zona de elección. En el caso de la Zona C los animales no sólo permanecieron más tiempo, sino que desplazaron en menor medida el alimento a la zona de elección. Estos resultados señalan, en concordancia con la segunda de las hipótesis mencionadas, que el riesgo predatorio es una variable fundamental en la elección de parches con diferente dispersión.

Por último, un tercer factor que podría dar cuenta de los resultados es la frecuencia de encuentro de presas. Como se mencionó anteriormente, Klaassen et al. (2006) plantearon que ante largos periodos de encuentro entre presas, los animales desarrollan patrones extensivos de búsqueda, caracterizados por trayectorias directas rápidas. Esta condición se observa en la zona dispersa, en la que el animal ingresa al parche, lo recorre hasta encontrar comida, transporta el trozo hasta la zona de elección y, de nuevo, regresa al parche, lo que hace que el tiempo que transcurre entre dos encuentros sucesivos de alimento aumente progresivamente. Las visitas de corta duración que realizaron los animales a la Zona D y los patrones ilustrados en la Figura 7 muestran que los animales realizaron visitas rápidas, profundas y directas a los puntos donde estaba dispuesta la comida. Por otro lado, en la Zona C los animales hicieron una de dos cosas: transportar el alimento hacia la zona de elección o no transportarlo. En ambos casos los desplazamientos se originaron cerca del punto donde estaba la comida y por tanto el tiempo entre encuentros fue pequeño o nulo; esta situación fue favorecida no sólo por la concentración del alimento sino también porque el punto de alimentación era muy cercano a la entrada de la zona, lo que sugiere que los resultados podrían variar si el alimento fuera dispuesto en otro punto. La duración larga de las visitas en la Zona C y lo anteriormente expuesto refleja patrones intensivos de exploración en esta zona. Estos resultados son similares a los reportados por Fortin (2002) y por Klaassen et al. (2006).

La larga duración de las visitas en la zona concentrada, el porcentaje de tiempo dedicado a su exploración, así como el predominio de conductas de reposo

y acicalamiento en esta zona, son conductas que los forrajeadores centrales llevan a cabo típicamente en la zona segura de exploración y, dado que los animales pueden establecer más de una zona en un ambiente, es posible afirmar que los sujetos establecieron la zona concentrada como una zona segura de exploración: conservaron el alimento allí, descansaron e hicieron pequeñas excursiones a otras zonas, regresando pronto a ella. Si los animales establecieron el parche concentrado como una zona segura de exploración, también es posible afirmar que el animal percibió más seguridad en la zona concentrada y, quizás menor riesgo predatorio. De esta forma, las tres hipótesis mencionadas resultan a nuestro entender complementarias y contribuyen en diferente medida a dar cuenta de los resultados obtenidos

Por último, el presente estudio evidencia la necesidad de explorar el efecto de otras variables sobre la obtención de alimento, pero que no repercuten sobre la tasa de energía adquirida a largo plazo. La estrategia utilizada en el presente estudio, que permite la observación por periodos prolongados en un ambiente con cierta complejidad, abre la posibilidad de estudiar dichas variables de manera sistemática hacia el futuro.

## Referencias

- Alcock, J. (2001). *Animal behavior. An evolutionary approach* (7ª edición). Massachusetts: Sinauer Associates.
- Arcis, V., & Desor, D. (2003). Influence of environment structure and food availability on the foraging behavior of the laboratory rat. *Behavioral Processes*, 60, 191-198.
- Arditi, R., & Dacorogna, B. (1988). Optimal foraging on arbitrary food distributions and the definition of habitat patches. *The American Naturalist*, 131, 837-846.
- Avni, R., Zadicario, P., & Eilam, D. (2006). Exploration in a dark open field: A shift from directional to positional progression and a proposed model of acquiring spatial information. *Brain Research*, 171, 313-323.
- Bultler, S. J., Whittingham, M. J., Quinn, J. L., & Creesswell, W. (2005). Quantifying the interaction between food density and habitat structure in determining patch selection. *Animal Behavior*, 69, 337-343.
- Charron, I., & Cabanac, M. (2004). Influence of pellet size on rat's hoarding behavior. *Physiology & Behavior*, 82, 447-451.
- Clark, B. J., Hines, D. J., Hamilton, D., & Whishaw, I. (2005). Movements of exploration intact in rats with hippocampal lesions. *Behavioural Brain Research*, 163, 91-99.
- Cuthill, I. C., & Houston, A. I. (1997). Managing time and energy. En J. R. Krebs, & N. B. Davies (Eds.), *Behavioral ecology. An evolutionary approach* (4a edición) (pp. 97-120). Oxford: Blackwell.
- Eilam, D. (2003). Open-field behavior withstands drastic changes in arena size. *Behavioural Brain Research*, 142, 53-62.
- Fortin, D. (2002). Optimal searching behavior: The value of sampling information. *Ecological Modelling*, 153, 279-290.

- Genaro, G., & Robert, W. (2000). Exploratory activity of rats in three different environments. *Ethology*, *106*, 849–859.
- Gutiérrez, G. (1998). Estrategias de forrajeo. En R. Ardila, W. López, A. M. Pérez, R. Quiñones, & F. Reyes (Eds.). *Manual de Análisis Experimental del Comportamiento* (pp. 359-381). Madrid: Librería Nueva.
- Haig, K., Rawlins, J., Olton, D., Mead, A., & Taylor, B. (1983). Food searching strategies of rats: Variables affecting the relative strength of stay shift strategies. *Journal of the Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *9*, 337-348.
- Klaassen, R., Nolet, B., Van Gils, J., & Bauer, S. (2006). Optimal movement between patches under incomplete information about the spatial distribution of food items. *Theoretical Population Biology*, *70*, 452-463.
- Laughlin, K., & Mendl, M. (2000). Pigs shift too: Foraging strategies and spatial memory in the domestic pig. *Animal Behavior*, *60*, 403–410.
- Mellgren, R. L. (1982). Foraging in a simulated natural environment: There's a rat loose in the lab. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *38*, 93-100.
- Mellgren, R. L., Misasi, L., & Brown, S. (1984). Optimal foraging theory: Prey density and travel requirements in *Rattus norvegicus*. *Journal of Comparative Psychology*, *98*, 142-153.
- Nakatsuyama, E., & Fujita, O. (1995). The influence of the food size, distance and food site on food carrying behavior in rats (*Rattus norvegicus*). *Journal of Ethology*, *13*, 95-103.
- Nemati, F., & Whishaw, I. (2007). The point of entry contributes to the organization of exploratory behavior of rats on an open field: An example of spontaneous episodic memory. *Behavioural Brain Research*, *182*, 119-128.
- Olsson, O., Brown, J., & Helf, K. (2008). A guide of central place effects in foraging. *Theoretical Population Biology*, *74*, 22-33.
- Papini, M. R. (2009). *Psicología comparada. Evolución y desarrollo del comportamiento*. Bogotá: Manual Moderno.
- Pyke, G. H. (1984). Optimal foraging theory: A critical review. *Annual Review of Ecology*, *15*, 523-575.
- Sakamoto, T., & Okaichi, H. (2001). Use of win–stay and win–shift strategies in place and cue tasks by medial caudate putamen (MCPU) lesioned rats. *Neurobiology of Learning and Memory*, *76*, 192–208.
- Shettleworth, S. (1998). *Cognition, evolution, and behavior*. Oxford: Oxford University Press.
- Stephens, D. W., & Krebs, J. R. (1986). *Foraging theory*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Tchemichovski, O., & Golani, I. (1995). A phase plane representation of rat exploratory behavior. *Journal of Neuroscience Methods*, *62*, 1-27.
- Vander, S. (1990). *Food hoarding in animals*. Chicago: University of Chicago Press.
- Whishaw, I., & Kolb, B. (2005). *The behavior of the laboratory rat: A handbook with tests*. Oxford: Oxford University Press.

## Privación de Alimento y Conducta de Atracón en Ratas

Felipe Díaz, Karina Franco, Antonio López-Espinoza, Alma G. Martínez & Karen García<sup>1</sup>

Centro de Investigaciones en Comportamiento Alimentario y Nutrición, Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara

### Resumen

Se ha reportado que después de un período de privación el consumo de alimento durante el acceso libre es mayor que el consumo habitual. Este hallazgo conocido como sobre-ingesta o atracón está relacionado con trastornos alimentarios como la bulimia. Se desconoce si este patrón alimentario se presenta cuando la exposición a los períodos de privación es en orden ascendente o descendente. En el presente estudio se investigó el efecto de la duración de los períodos de privación y el orden de exposición a estos períodos, ascendente o descendente, sobre el peso y el consumo de alimento y agua en ratas. Estos datos se compararon con el consumo durante los períodos de acceso libre. Se utilizaron duraciones cortas, i.e., de una a cuatro horas y duraciones largas del período de privación, i.e., de 20 a 23 horas. Se encontró que el peso aumentó independientemente de la duración de la privación. El consumo de alimento fue menor bajo la privación en comparación con los períodos de acceso libre. El consumo de agua siguió el mismo patrón que el consumo de alimento. Se concluye que independientemente del orden de exposición después de los períodos de privación el consumo de alimento es excesivo.

*Palabras clave:* Conducta alimentaria, Anorexia, Bulimia, Atracón, Ratas.

## Food-deprivation and Bing-eating in Rats

### Abstract

It has been shown that after periods of food-deprivation rats will consume more food than usual. This is called binge-eating because it is related to eating disorders in humans like bulimia. However, it is unknown if the order of exposure to food-deprivation periods, ascending or descending, affects binge-eating. The effect of the duration of food-deprivation periods and the order of exposure to those ascending or descending periods, on weight, food and water intake was explored using rats as subjects. Weight variations and food and water intake were compared to those during free-food access. Short durations of food-deprivation varied between one and four hours while long durations varied between 20 and 23 hours. It was found that weight increased regardless of the duration of the food-deprivation intervals. Food-intake was lower during the food-deprivation conditions than during the free access condition. Water-intake followed the same pattern than food-intake. Results suggest that regardless of the order of exposure to food-deprivation periods food intake is excessive relative to the free-food access condition.

*Key words:* Eating behavior, Anorexia, Bulimia, Binge-eating, Rats.

---

<sup>1</sup> El primer autor agradece el apoyo otorgado para la realización de este estudio a través del proyecto PROMED 103.5/09/3912. Dirigir correspondencia al primer autor al correo electrónico: felipe.resendiz@cusur.udg.mx.

Dos variables temporales relacionadas directamente con la ingesta de alimento son el tiempo que separa cada oportunidad de acceso al alimento y la duración de este acceso (e.g., Díaz & Hernández, 2009). En algunos estudios del área de la motivación existe evidencia de que mientras mayor el tiempo entre accesos al alimento mayor el consumo (e.g., Baker, 1955; Bare, 1959). Complementariamente, existe evidencia de que a mayor la duración del acceso al alimento el consumo aumenta (e.g., Siegel, 1961). Cabe aclarar que el efecto del acceso al alimento sobre la cantidad consumida está modulado por la intensidad de la privación de alimento (Marx, 1952). Asimismo, los efectos del tiempo y de la duración entre accesos ocurren siempre y cuando se utilicen ciclos de luz-obscuridad de 12 horas cada uno (e.g., Bolles, 1967; Coffey & Appley, 1964) y que las ratas tengan acceso libre al agua durante la privación de alimento. Se ha demostrado que el consumo de alimento y de agua interactúan entre sí de tal forma que la presencia del alimento facilita el consumo de agua y viceversa. Complementariamente, la privación de alimento inhibe el consumo de agua y la privación de agua inhibe el consumo de alimento (cf. Bruner & Roca, 2007).

Las variables privación de alimento y duración del acceso al alimento son importantes para el análisis experimental de la conducta alimentaria porque son las mismas variables que están presentes en patrones alimentarios como la restricción alimentaria que está vinculada a la anorexia, o la conducta de atracón, que es una característica del trastorno alimentario bulimia o del trastorno por atracón. Se ha mostrado que aproximadamente 30% de casos de obesidad preceden al trastorno por atracón (Didie & Fitzgibbon, 2005). Se ha señalado a la privación de alimento como un factor de riesgo para el desarrollo de la obesidad porque después de un período de privación sigue un período de atracón (Herman & Polivy 1984; Keys, 1950). Cabe aclarar que a pesar de que aún no existe consenso sobre los criterios para definir un atracón (Franco, López, & Bautista, 2009; Wolfe, Wood, Smith, & Kelly-Weeder, 2009) es un hecho que en un episodio de atracón el consumo de alimento es superior al consumo habitual (López-Espinoza & Martínez, 2001, 2005). Además de la privación, el acceso al alimento es una variable que también contribuye al desarrollo de la obesidad. Se ha señalado que las variables que contribuyen a la obesidad incluyen las oportunidades de acceso al alimento o duración del acceso al alimento (Instituto Nacional de Salud Pública, 2006). Existen datos que revelan que en planteles de educación primaria de nuestro país los alumnos tienen hasta cinco oportunidades de comer en períodos de cuatro horas (Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria, 2010).

Datos obtenidos en nuestro laboratorio han mostrado el efecto de variar los períodos de privación y de acceso al alimento sobre el peso y el consumo de alimento y agua. Por ejemplo, Díaz, García, Navarro, Franco, y Valdés (2010) expusieron a ratas a períodos de privación de alimento que variaron entre una y cuatro horas o entre 20 y 23 horas. Congruente con la evidencia previa encontraron que el consumo de alimento fue mayor con las privaciones más largas que con las privaciones cortas. Aunque en este experimento el consumo de alimento después de retirar la privación de alimento fue mayor que el consumo durante la privación, es necesario seguir estudiando el efecto de variar la duración

de la privación de alimento y el acceso al alimento comparando los consumos antes y después de los períodos de privación. Asimismo, se ha señalado que la restricción alimentaria disminuye el peso pero que este efecto está mediado por la severidad de la restricción y por el número de veces que se repite la restricción. De tal forma que después de repetir períodos de restricción se deja de perder peso (Hensrud, Weinsier, Darnel, & Hunter, 1994; Korkeila, Rissanen, Kaprio, Sorensen, & Koskenvuo, 1999). Por lo que cada vez es necesario aumentar la duración de la privación. En la teoría de la restricción alimentaria se afirma que la privación constante de alimento desemboca en consumos más elevados en comparación con períodos sin privación (cf. Herman & Polivy, 1984).

Además de los hallazgos descritos, estudiar los efectos de la privación de alimento puede contribuir con evidencia empírica que ayude a comprender el fenómeno del atracón explorando qué condiciones facilitan su aparición. Una forma sistemática de explorar estas condiciones es variar no sólo la privación sino el orden de exposición a ésta. Existe evidencia que sugiere que el consumo de alimento se modifica diferencialmente si la restricción alimentaria aumenta o disminuye gradualmente. Se ha mostrado que la reducción en el peso es mayor si la restricción de alimento es severa que cuando se inicia con una restricción que aumenta gradualmente (cf. Amigo & Fernández, 2004). En el presente estudio se controlaron ambas variables, la duración de la privación y el orden de exposición a ésta y se investigó su efecto sobre la conducta alimentaria en ratas. El propósito del estudio fue describir el efecto de variar la duración y el orden de exposición a la privación de alimento sobre el peso y el consumo de alimento y agua en ratas para determinar su posible contribución al atracón.

## **Método**

### *Sujetos*

Se utilizaron 12 ratas macho de cuatro meses de edad al inicio del experimento y sin experiencia en procedimientos experimentales. Los sujetos tuvieron acceso libre al agua durante todo el estudio y se mantuvieron en un ciclo de luz-oscuridad de 12 horas cada uno. Durante todo el experimento las ratas permanecieron en sus cajas habitación en donde fueron privadas exclusivamente de alimento.

### *Aparatos*

Se utilizaron 12 cajas habitación idénticas de plexiglás de 13 x 27 x 38 cm. Cada caja tenía una tapa metálica con división para comedero y bebedero y fue provista con una capa de aserrín que fue sustituida por una nueva cada tres días. Se utilizaron 12 botellas con pipeta de acero inoxidable para el acceso al agua y se utilizó alimento estándar para ratas Formulab Chow.

### *Procedimiento*

Se expuso a cada tres ratas a cuatro períodos de privación cortos o largos y en orden ascendente o descendente. Cada período de privación tuvo una duración de 15 días y se condujeron consecutivamente. Todas las ratas tuvieron 15 días de acceso libre al alimento y al agua antes del primer período de privación y después del último período de privación. Ambos períodos de acceso libre se consideraron como las líneas base (LB) de peso y de consumo de alimento y de agua. La LB1 se registró antes del primer período de privación y la LB2 se registró después del cuarto período de privación. El intervalo entre cada período de privación de alimento fue de una hora, así los períodos de privación cortos en orden ascendente variaron de una a cuatro horas y en orden descendente variaron de cuatro a una hora. Los períodos de privación largos en orden ascendente variaron de 20 a 23 horas y en orden descendente de 23 a 20 horas. Después de cada período de privación las ratas tuvieron acceso libre al alimento y al agua durante el período de tiempo que completó un ciclo de 24 horas. El registro de peso, consumo de alimento y de agua se realizó al finalizar cada período de acceso al alimento. Los registros de peso, consumo de alimento y de agua se llevaron a cabo los siete días de la semana.

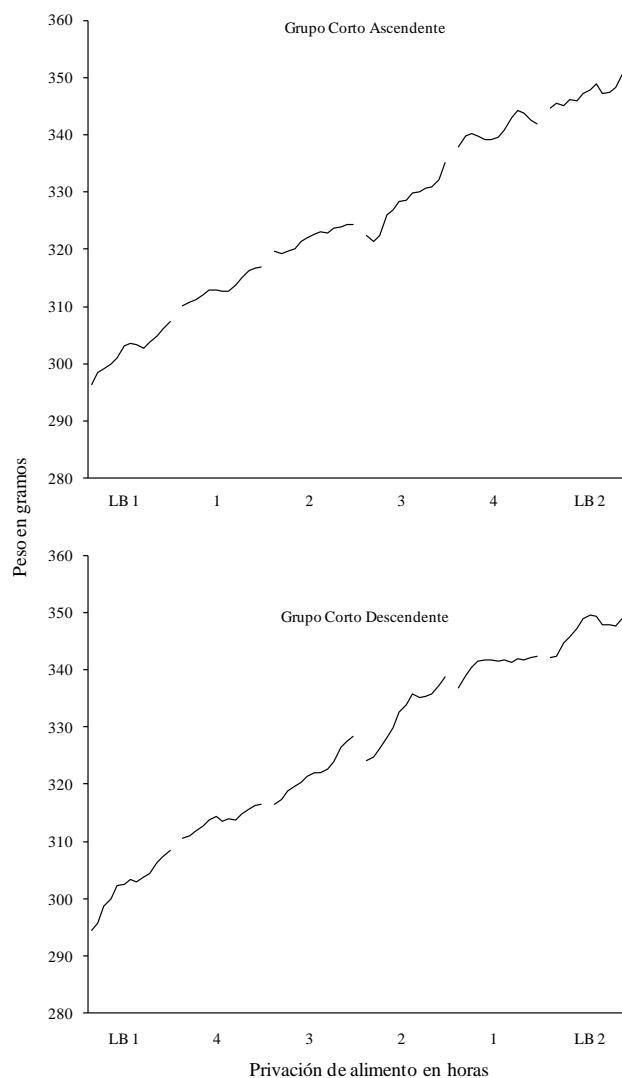
### **Resultados**

Las variables dependientes que se analizaron fueron el peso y el consumo de alimento y agua. Los datos que se presentan son las medias móviles en bloques de tres sesiones cada una y para cada tres sujetos. En cada figura de izquierda a derecha se presentan los datos de la primera condición de acceso libre al alimento y al agua (LB1) seguidos por los datos de los cuatro períodos de privación, ascendente o descendente y el segundo acceso libre (LB2). En cada figura en el panel superior se presentan los datos de los sujetos que se expusieron a las condiciones experimentales en orden ascendente. En el panel inferior se muestran los datos de los sujetos que se expusieron a las condiciones en orden descendente.

El interés principal del estudio se centró en comparar la primera condición de acceso libre (LB1) con el primer período de privación y la última condición de privación con la segunda condición de acceso libre (LB2). Asimismo, se presenta la comparación entre las dos condiciones de acceso libre al alimento y al agua (LB1 vs. LB2). Por tanto, se utilizó una prueba  $t$  para muestras relacionadas para comparar cada par de condiciones. En cada figura primero se describen los datos del panel superior y después los del panel inferior.

En la Figura 1, panel superior, se muestra que el peso de las ratas expuestas a las privaciones cortas en orden ascendente aumentó conforme transcurrieron las condiciones experimentales. La comparación entre la primera condición de acceso libre (LB1) y la privación de una hora mostró que el peso fue significativamente mayor durante privación de una hora  $t(12) = 29.69$ ,  $p < .01$ . Asimismo, la comparación entre la última privación, cuatro horas, con la segunda

condición de acceso libre (LB2) mostró que el peso fue mayor durante la LB2  $t(12) = 12.75, p < .01$ . La comparación entre la LB1 y la LB2 mostró que el peso fue mayor en LB2  $t(12) = 100.18, p < .01$ . En el panel inferior de esta misma figura se muestran los datos de las ratas que se expusieron a las privaciones cortas en orden descendente. Se encontraron los mismos efectos que con las privaciones en orden ascendente. La comparación entre el peso durante la LB1 y la primera privación, cuatro horas, mostró que el peso fue mayor durante la privación  $t(12) = 16.97, p < .01$ . La comparación entre la última privación, una hora, y la segunda condición de acceso libre (LB2) mostró que el peso fue mayor durante la LB2  $t(12) = 13.30, p < .01$ . Asimismo, la comparación entre las condiciones de acceso libre mostró que el peso fue mayor durante la LB2 que durante la LB1  $t(12) = 79.48, p < .01$ .



*Figura 1.* Peso en gramos durante el libre acceso al alimento y agua (LB) y durante la privación de alimento.



En la Figura 2 se muestra el peso de las ratas que se expusieron a las privaciones largas. En el panel superior los datos de las ratas expuestas a la privación de alimento en orden ascendente, de 20 a 23 horas. La comparación entre la primera condición de acceso libre (LB1) y la privación de 20 horas mostró que el peso fue el mismo en ambas condiciones. La comparación entre la última privación, 23 horas, con la segunda condición de acceso libre (LB2) mostró que el peso fue significativamente mayor en LB2  $t(12) = 3.77, p < .01$ . La comparación entre la LB1 y LB2 mostró que el peso fue mayor en LB2  $t(12) = 4.15, p < .01$ . En el panel inferior de esta misma figura se muestran los datos de las ratas que se expusieron a las privaciones largas en orden descendente, de 23 a 20 horas. Se encontró que durante la privación de 23 horas el peso disminuyó. La comparación entre el peso durante la primera condición de acceso libre (LB1) con la primera privación, 23 horas, mostró que el peso fue menor con la privación de 23 horas  $t(12) = 5.38, p < .01$ . La comparación entre la última condición de privación, 20 horas, contra la segunda condición de acceso libre (LB2), mostró que el peso fue mayor durante LB2  $t(12) = 8.38, p < .01$ . La comparación entre LB1 y LB2 mostró que el peso de las ratas fue mayor en LB2  $t(12) = 18.95, p < .01$ .

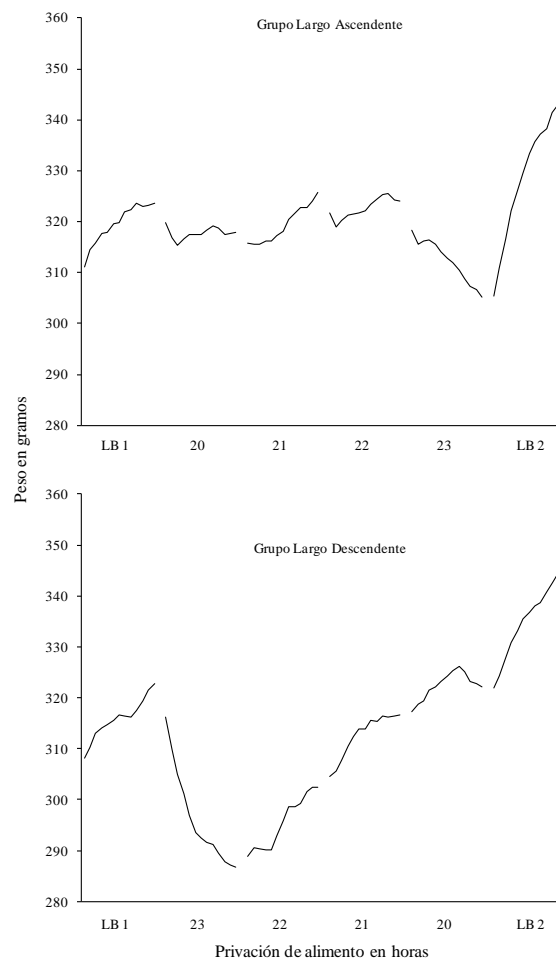


Figura 2. Peso en gramos durante el libre acceso al alimento y agua (LB) y durante la privación de alimento.

En el mismo formato que para las figuras anteriores, en la Figura 3 se presenta el consumo de alimento en gramos para las ratas expuestas a las privaciones cortas en orden ascendente (panel superior) y descendente (panel inferior). Para las ratas expuestas a las privaciones en orden ascendente se encontró que las comparaciones entre la primera condición de acceso libre (LB1) y la privación de una hora, la privación de cuatro horas y la segunda condición de acceso libre (LB2) así como la comparación entre LB1 y LB2 no mostraron diferencias significativas. Las pruebas  $t$  para estas comparaciones confirmaron que el consumo no difirió entre estas condiciones  $t(12) = .32, p > .05$ ;  $t(12) = .71, p > .05$ ;  $t(12) = .72, p > .05$ , respectivamente. En el mismo panel de esta figura se muestran los datos del consumo de alimento para las ratas que se expusieron a las privaciones cortas en orden descendente. Sólo la comparación entre la primera condición de acceso libre (LB1) y la privación de cuatro horas mostró que el consumo de alimento fue mayor durante el acceso libre  $t(12) = 14.04, p < .01$ . Las comparaciones entre la privación de una hora con la LB2 y entre las condiciones de LB1 y LB2 no mostraron diferencias significativas  $t(12) = .36, p > .05$ ;  $t(12) = .38, p > .05$ , respectivamente.

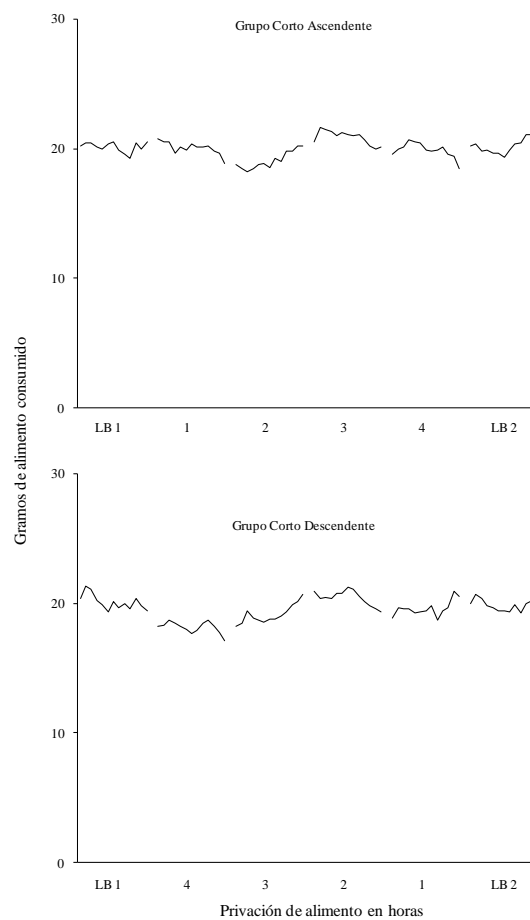


Figura 3. Consumo de alimento durante el libre acceso al alimento y agua (LB) y durante la privación de alimento.

En la Figura 4 se muestran los datos de consumo de alimento para las ratas expuestas a las privaciones largas. Para las ratas expuestas a la privación de alimento en orden ascendente, de 20 a 23 horas, se observó que el consumo de alimento durante la privación de 20 horas aumentó sistemáticamente de 8 a 16 gramos conforme transcurrió esta condición. Durante la privación de 21 y 22 horas la cantidad de alimento consumida fue la misma. Cuando la privación fue de 23 horas se observó una disminución del consumo respecto a la condición anterior. El consumo de alimento durante la privación de 23 horas se mantuvo alrededor de los 12 gramos por día. La comparación entre la primera condición de acceso libre (LB1) y la privación de 20 horas mostró que el consumo de alimento fue mayor en LB1  $t(12) = 9.27, p < .01$ . La comparación entre la última privación, 23 horas, con la segunda condición de acceso libre (LB2) mostró que el consumo de alimento fue mayor en LB2  $t(12) = 28.62, p < .01$ . La comparación entre LB1 y LB2 mostró que el consumo de alimento fue mayor en LB2  $t(12) = 4.62, p < .01$ . En el panel inferior de esta misma figura se muestran los datos de las ratas que se expusieron a las privaciones largas en orden descendente, de 23 a 20 horas. Se encontró que durante la privación de 23 horas el consumo de alimento aumentó sistemáticamente de 5 a 12 gramos por día. Durante las privaciones de 22, 21 y 20 horas el consumo de alimento se mantuvo alrededor de 15 gramos. La comparación entre la primera condición de acceso libre (LB1) con la primera privación, 23 horas, mostró que el consumo de alimento fue mayor en LB1  $t(12) = 20.19, p < .01$ . La comparación entre la última condición de privación, 20 horas, contra la segunda condición de acceso libre LB2 mostró que el consumo fue mayor en LB2  $t(12) = 11.88, p < .01$ . La comparación entre LB1 y LB2 mostró que el consumo de alimento fue mayor en LB2 pero la diferencia fue marginal  $t(12) = 1.88, p = .08$ .

En el panel superior de la Figura 5 se presenta el consumo de agua durante las privaciones cortas en orden ascendente. La comparación entre la primera condición de acceso libre (LB1) y la privación de una hora mostró que el consumo de agua fue mayor durante la privación  $t(12) = 7.60, p < .01$ . Asimismo, la comparación entre la privación de cuatro horas y la segunda condición de acceso libre (LB2) mostró que el consumo de agua fue mayor durante la LB2  $t(12) = 2.44, p < .01$ . La comparación entre las dos condiciones de acceso libre mostró que el consumo de agua fue mayor durante LB1 que durante LB2. En el panel inferior de esta misma figura se muestran los datos de consumo de agua de las ratas que se expusieron a las privaciones cortas en orden descendente. La comparación entre la primera condición de acceso libre (LB1) y la privación de cuatro horas mostró que el consumo de agua fue mayor durante la LB1  $t(12) = 5.95, p < .01$ . La comparación entre la privación de una hora y el consumo durante LB2 mostró que el consumo de agua no difirió entre ambas condiciones  $t(12) = .36, p > .05$ . La comparación entre las dos condiciones de acceso libre mostró que el consumo de agua fue mayor durante LB1 que durante LB2  $t(12) = 4.12, p < .01$ .

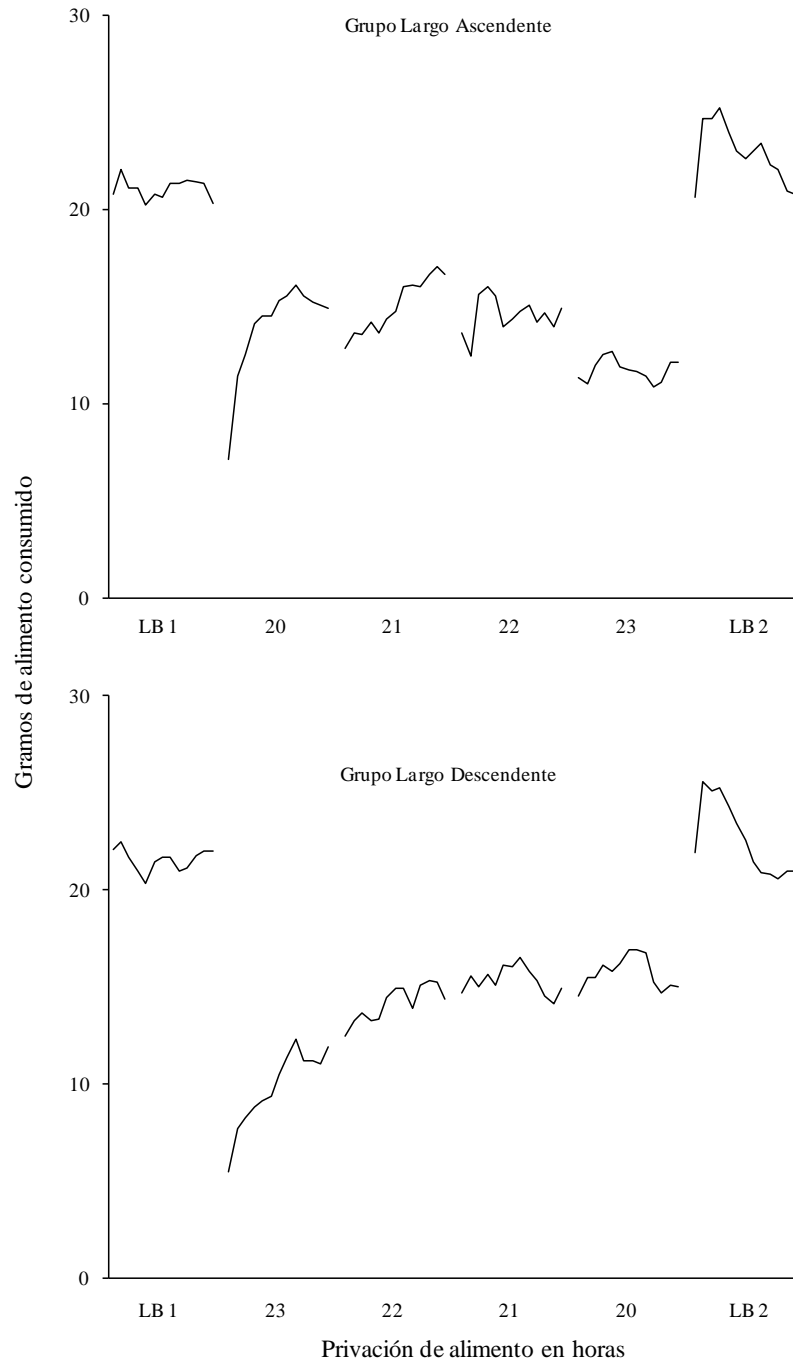


Figura 4. Consumo de alimento durante el libre acceso al alimento y agua (LB) y durante la privación de alimento.

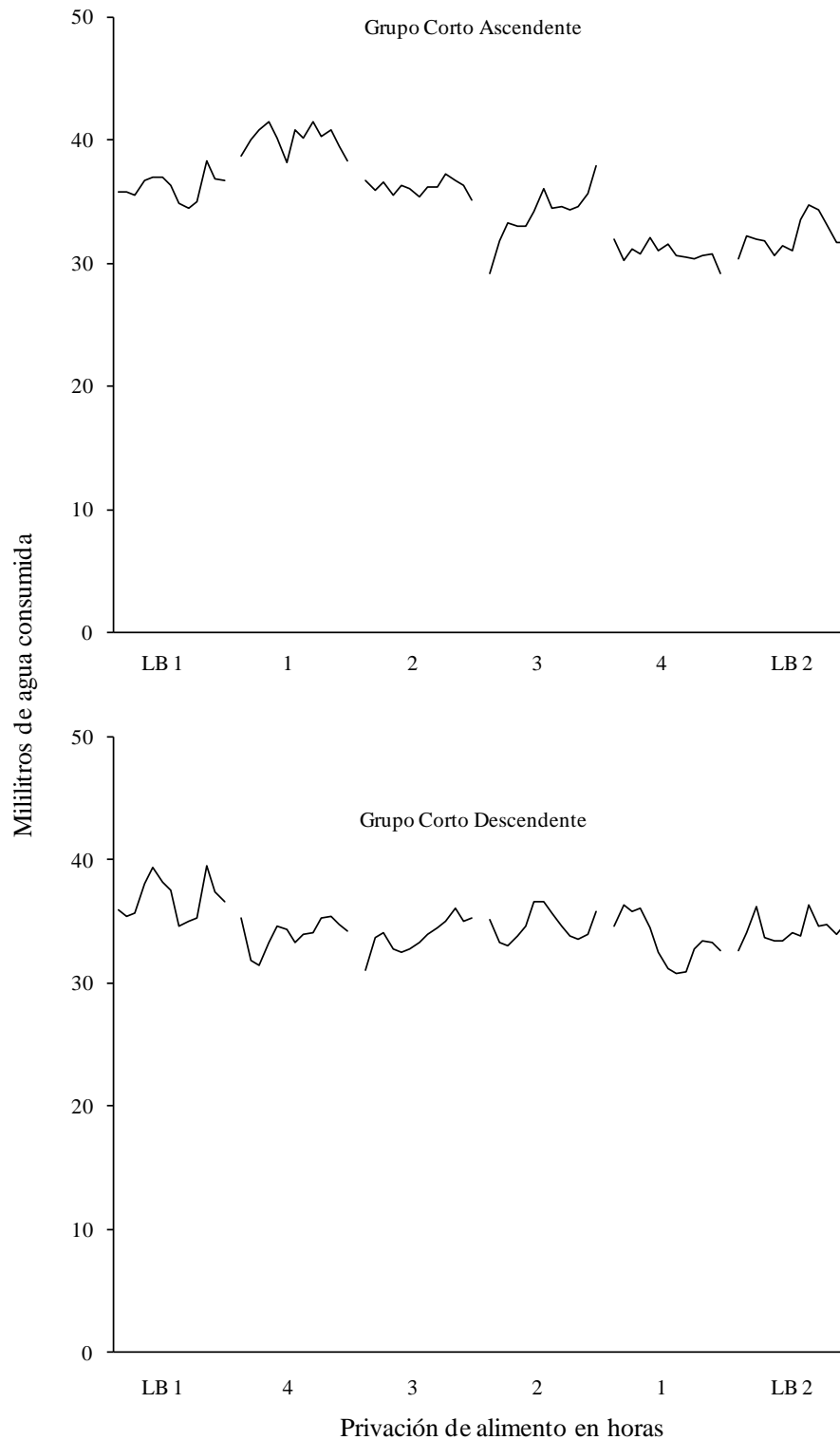


Figura 5. Consumo de agua durante el libre acceso al alimento y agua (LB) y durante la privación de alimento.

En el panel superior de la Figura 6 se presenta el consumo de agua de las ratas expuestas a la privación larga en orden ascendente, de 20 a 23 horas. Se encontró que el consumo de agua siguió la misma tendencia que el consumo de alimento, esto es, el consumo de agua fue el mismo durante las privaciones 20, 21 y 22 horas. Cuando la privación fue de 23 horas se observó una disminución del consumo respecto a la condición anterior. El consumo de agua durante la privación de 23 horas se mantuvo alrededor de 10 mililitros por día. La comparación entre la primera condición de acceso libre (LB1) y la privación de 20 horas mostró que el consumo de agua fue mayor en LB1  $t(12) = 29.62, p < .01$ . La comparación entre la última privación, 23 horas, con la segunda condición de acceso libre (LB2) mostró que el consumo de agua fue mayor en LB2  $t(12) = 31.33, p < .01$ . La comparación entre LB1 y LB2 mostró que el consumo de agua fue el mismo en ambas condiciones. En el panel inferior de esta misma figura se muestran los datos de las ratas que se expusieron a la privación larga en orden descendente, de 23 a 20 horas. Se encontró que durante la privación de 22 horas el consumo de agua aumentó sistemáticamente de 15 a 25 mililitros por día. Durante las privaciones de 21 y 20 horas el consumo de agua se mantuvo alrededor de 20 mililitros. La comparación entre la primera condición de acceso libre (LB1) con la primera privación, 23 horas, mostró que el consumo de agua fue mayor en LB1  $t(12) = 65.45, p < .01$ . Esta misma diferencia se encontró entre la última condición de privación, 20 horas, contra la segunda condición de acceso libre LB2  $t(12) = 35.21, p < .01$ . La comparación entre LB1 y LB2 mostró que el consumo de agua fue el mismo en ambas condiciones.

## Discusión

El propósito del presente trabajo fue describir el efecto de variar la duración y el orden de exposición a la privación de alimento sobre el peso y el consumo de alimento y agua en ratas para determinar su posible contribución al atracón. Se expuso a ratas a períodos de privación corta, entre una y cuatro horas o a períodos de privación larga, entre 20 y 23 horas. El diseño experimental incluyó grupos de sujetos que fueron expuestos a las privaciones de alimento en orden ascendente o en orden descendente. En las privaciones cortas se observó que el peso de los sujetos siguió la curva de crecimiento que se observa en condiciones de acceso libre al alimento y al agua, esto es, una aceleración negativa y constante conforme transcurrieron las sesiones (Weihe, 1987). Este efecto fue consistente independientemente del orden de exposición a la privación, ascendente o descendente. Consistente con el consumo de alimento, se observó esta misma tendencia en el consumo de agua a través de todas las condiciones. Este hallazgo sobre la dependencia entre el consumo de alimento y agua tiene antecedentes en la literatura. Verplanck y Hayes (1953) registraron el consumo de agua y de alimento de ratas que fueron privadas de alimento o de agua. Con la privación de alimento las ratas dejaron de consumir agua a pesar de tener acceso al agua durante la privación de alimento. De la misma manera, cuando fueron privadas de agua las ratas dejaron de consumir alimento a pesar de tener

disponible el alimento durante la privación de agua. Restablecer el acceso al alimento y al agua resultó en que ambos consumos aumentaron. Así, se demostró que el consumo de ambos satisfactores se facilita mutuamente (e.g., Bruner & Roca, 2007).

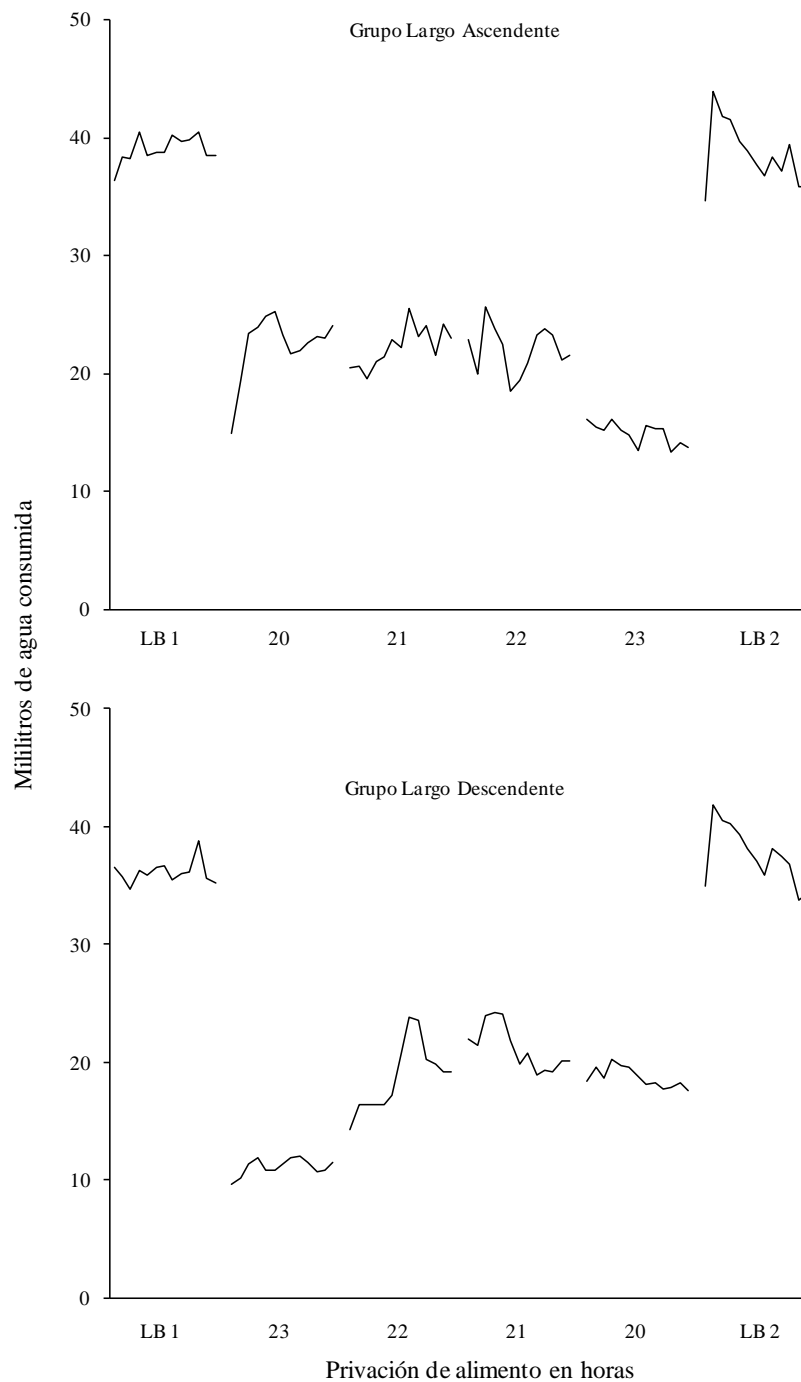


Figura 6. Consumo de agua durante el libre acceso al alimento y agua (LB) y durante la privación de alimento.

Los hallazgos observados cuando la privación de alimento fue corta contribuyen indirectamente con el propósito de la presente investigación porque sólo muestran el hecho ampliamente documentado que las ratas aumentan de peso conforme envejecen (Weihe, 1987). Cabe destacar que este aumento de peso no fue acompañado por el correspondiente aumento en el consumo de alimento y de agua. En términos de la duración de la privación de alimento, se puede argumentar que entre el consumo de alimento en condiciones de acceso libre y el consumo con privación de alimento entre una y cuatro horas no existe una diferencia sustancial. Estos hallazgos sugieren que en futuros estudios es necesario utilizar valores mayores a cuatro horas de privación para observar en qué punto el consumo de alimento y de agua se modifica.

Para los sujetos expuestos a la privación larga en orden ascendente se encontró que el cambio de acceso libre (LB1) a privación de alimento 20 horas resultó en una disminución considerable de la cantidad de alimento y agua consumida, consecuentemente el peso también disminuyó. Después de tres sesiones el peso se estabilizó para permanecer así hasta el final de esta condición. De igual forma el consumo de alimento y de agua disminuyó considerablemente después del cambio de acceso libre a privación 20 horas pero conforme pasaron las sesiones ambos consumos aumentaron gradualmente. Este hallazgo es consistente con la literatura sobre la interdependencia entre el consumo de alimento y de agua (Díaz & Bruner, 2007; Fitzsimons & Le Magnen, 1969; Kissileff, 1969). Los datos del consumo de peso sugieren que aún bajo privaciones de 20 horas es posible mantener el mismo peso. Para estas mismas ratas el cambio de privación de 23 horas a acceso libre por segunda vez (LB2) resultó en que el peso aumentó consistentemente. Durante esta condición las ratas aumentaron 17 gramos de peso en promedio. Este hallazgo es análogo a los reportes experimentales en los que se ha mostrado que los períodos de acceso al alimento después de un período de privación resultan en que la cantidad de alimento consumida aumenta (e.g., Amigo & Fernández, 2004). Asimismo, son consistentes con la evidencia que sugiere que un periodo de restricción alimentaria que va seguido de acceso libre al alimento resulta en un aumento considerable de peso (Herman & Polivy 1984; Keys, 1950). Para estas mismas ratas el cambio de privación de 23 horas a acceso libre por segunda ocasión (LB2) resultó en que las ratas consumieron en promedio 11.1 gramos más, lo cual representa el doble de la cantidad de alimento que consumieron durante la privación de 23 horas. Aunque este efecto parece desvanecerse después de 10 sesiones es un hecho que el peso continuó aumentando. Se ha sugerido que un atracón debe estar caracterizado por la ingesta de un cantidad de alimento tres veces mayor que lo que se consume habitualmente (Wansink, 1994). Sin embargo, actualmente no existe una definición de atracón que sea ampliamente aceptada.

En el presente estudio los sujetos en la condición de privación de 23 horas consumieron la mitad de la cantidad de alimento que habitualmente consumen pero en una sola hora de acceso al alimento. Este dato contrasta con el consumo habitual de alimento que ocurrió en un período de 24 horas. Estos mismos efectos



se observaron para el consumo de agua aunque cabe aclarar que el cambio de la privación de 23 horas a acceso libre por segunda ocasión (LB2) resultó en que las ratas consumieron más del doble de la cantidad de agua que consumen habitualmente, específicamente, 23.9 mililitros más. Estos efectos son comparables con los estudios en los que se ha mostrado que la privación de alimento no sólo evoca un consumo de alimento excesivo sino que el consumo de agua también se modifica. Este consumo excesivo se ha descrito en la literatura como la gran bebida (Corwin, et al., 1998; Martínez, López-Espinoza, & Martínez, 2006).

Para los sujetos que se expusieron a la privación de alimento larga en orden descendente, de 23 a 20 horas, se encontró que el peso disminuyó considerablemente del cambio de acceso libre (LB1) a privación de 23 horas. Durante esta condición el peso disminuyó sistemáticamente hasta alcanzar el 70% respecto al calculado en alimentación libre. El cambio de la privación de 20 horas a acceso libre por segunda ocasión (LB2) resultó en que el peso aumentó sistemáticamente durante esta condición. Nuevamente, este hallazgo confirma que un período de restricción reduce el peso pero irremediamente va seguido por una recuperación del peso perdido (Hensrud et al., 1994; Herman & Polivy 1984). Cabe destacar que para estas ratas, el peso durante la segunda condición de acceso libre (LB2) fue mayor que el peso registrado durante LB1. Este mismo efecto se observó para el consumo de alimento. El cambio de privación de 20 horas a acceso libre por segunda ocasión (LB2) resultó en que el consumo de alimento y de agua aumentó. Estos hallazgos, además de mostrar la dependencia mutua entre el consumo de alimento y de agua, confirman que a un período de restricción le sigue un consumo superior al habitual. En términos del propósito de esta investigación estos datos sugieren que la definición del concepto de atracón debe incluir el tiempo que le toma a los sujetos consumir cierta cantidad de alimento (Franco et al., 2009). Las ratas en la condición de privación de 20 horas consumieron solamente seis gramos menos que durante los accesos libres. Prácticamente consumieron la misma cantidad de alimento en cuatro horas o en 24 horas. La diferencia es que el consumo de alimento en una menor cantidad de tiempo controla que el peso aumente más que cuando esta cantidad se ingiere en un periodo de tiempo más largo.

En el presente estudio se encontró que las privaciones cortas tuvieron un efecto diferente de las privaciones largas. Específicamente, con las duraciones largas se observó que el consumo de alimento fue mayor que el consumo habitual. Asimismo, se observó el consecuente aumento de peso que acompaña a la sobre-ingesta. Estos hallazgos sugieren que es necesario clarificar el concepto de atracón, que si bien en el presente estudio no se soluciona, si se evidencia que hace falta considerar otras variables, por ejemplo, el tiempo que se emplea en consumir el alimento. Se ha reportado que las personas bulímicas consumen una cantidad de alimento considerablemente mayor en comparación con el consumo de alimento de una persona sin trastorno en el mismo período de tiempo. Asimismo, se ha señalado la importancia de incluir en los análisis a la variable nivel de actividad (i.e., realizar o no ejercicio) por su posible contribución al

mantenimiento del trastorno (e.g., Álvarez, Franco, López, Mancilla, & Vázquez, 2009).

Una debilidad del presente estudio es que aún no se puede determinar cuál es el punto en que el consumo de alimento pasa el límite de habitual a excesivo. Los siguientes estudios se enfocarán a explorar los efectos de nuevos parámetros que contribuyan a contestar esta interrogante. Probablemente, estos nuevos datos contribuirán a clarificar el concepto de atracón o evidenciarán que es necesario considerar nuevas variables para su definición, e.g., interacción alimento-agua.

## Referencias

- Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria. Estrategia contra el sobrepeso y la obesidad* (2010). México. Secretaría de Salud.
- Álvarez, G., Franco, K., López, X., Mancilla, J., & Vázquez, R. (2009). Imagen corporal y trastornos de la conducta alimentaria. *Revista de Salud Pública*, *11*, 568-578.
- Amigo, I., & Fernández, C. (2004). El efecto iatrogénico de las dietas. *Revista Española de Obesidad*, *4*, 207-215.
- Baker, R. (1955). The effects of repeated deprivation experience on feeding behavior. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *48*, 37-42.
- Bare, J. K. (1959). Hunger, deprivation, and the day-night cycle. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *52*, 129-131.
- Bolles, R. (1967). *Theory of motivation*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Bruner, C., & Roca, A. (2007). La función de un estímulo como reforzador depende de la estimulación concurrente. *Acta Comportamental*, *15*, 13-31.
- Coffey, C. N., & Appley, M. H. (1964). *Motivation: Theory and research*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Corwin, R. L., Wojnicki, F. H. E., Fischer, J. O., Dimitrou, S. G., Rice, H. B., & Young, M. A. (1998). Limited access to a dietary fat option affects ingestive behavior but not body composition in male rats. *Physiology & Behavior*, *65*, 545-553.
- Díaz, F., & Bruner, C. (2007). Comer y beber en ratas con libre acceso a la comida y al agua. *Acta Comportamental*, *15*, 111-130.
- Díaz, F., & Hernández, V. (2009). Análisis de la conducta y teoría de la motivación: el caso de la conducta alimentaria. En A. López-Espinoza, & K. Franco (Eds.), *Comportamiento alimentario una perspectiva multidisciplinar* (pp.123-137). México: Universitaria.
- Díaz, F., García, K., Navarro, L., Franco, K., & Valdés, E. (2010). Effect of deprivation on food intake in female rats. Manuscrito enviado a la *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*.
- Didie, E., & Fitzgibbon, M. (2005). Binge eating and psychological distress: Is the degree of obesity a factor? *Eating Behaviors*, *6*, 35-41.
- Fitzsimons, T., & Le Magnen, J. (1969). Eating as a regulation control of drinking in the rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *67*, 273-283.

- Franco, K., López, X., & Bautista, M. L. (2009). Conducta de atracón y trastornos del comportamiento alimentario. En A. López-Espinoza, & K. Franco (Eds.), *Comportamiento alimentario una perspectiva multidisciplinar* (pp.158-175). México: Universitaria.
- Hensrud, D. D. Weinsier, R. L., Darnel, B. E., & Hunter, G. R. (1994). A prospective study of weight maintenance in obese subjects reduced to normal body weight without weight-loss training. *American Journal of Clinical Nutrition*, *60*, 688-694.
- Herman, C. P., & Polivy, J. A. (1984). A boundary model for the regulation of eating. En A. J. Stunkard, & E. Stellar (Eds), *Eating and its disorder* (pp. 918-927). New York: Raven Press.
- Instituto Nacional de Salud Pública (2006). *Boletín de Práctica Médica Efectiva*. México: Secretaría de Salud.
- Keys, A. (1950). The Minnesota experiment. En S. Apt (Ed.), *Hunger. An unnatural history* (pp. 113-135). New York: Basic Books.
- Kissileff, H. (1969). Food-associated drinking in the rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *67*, 284-300.
- Korkeila, M., Rissanen, A., Kaprio, J., Sorensen, T., & Koskenvuo, M. (1999). Weight-loss attempts and risk of major gain: A prospective study in Finnish adults. *American Journal of Clinical Nutrition*, *70*, 965-975.
- López-Espinoza, A., & Martínez, H. (2001). Efectos de dos programas de privación parcial sobre el peso corporal y el consumo total de agua y comida en ratas. *Acta Comportamentalia*, *9*, 5-17.
- López-Espinoza, A., & Martínez, H. (2005). Efectos de intervalos variables entre periodos de privación sobre el consumo post-privación de agua y comida en ratas. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, *31*, 67-84.
- Martínez, A. G., López-Espinoza, A., & Martínez, H. (2006). Efectos de modificar el contenido energético del agua sobre el peso corporal, consumo de agua, alimento y calorías en ratas. *Universitas Psychologica*, *5*, 361-370.
- Marx, M. (1952). Infantile deprivation and adult behavior in the rat: retention of increased rate of eating. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *45*, 43-49.
- Siegel, P. S. (1961). Food intake in the rat in relation to the dark-light cycle. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *54*, 294-301.
- Verplanck, W. S., & Hayes, J. R. (1953). Eating and drinking as a function of maintenance schedule. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *46*, 327-333.
- Wansink, B. (1994). Antecedents and mediators of eating bouts. *Family and Consumer Sciences Research Journal*, *23*, 166-182.
- Weihe, W. H. (1987). The laboratory rat. En: R. R. Poole (Ed.), *The UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory Animals* (pp. 309-330). United Kingdom: Trevor Poole, Longman Scientific and Technical.
- Wolfe, B. W., Wood, C., Smith, A. T., & Kelly-Weeder, S. (2009). Validity and utility of the current definition of binge eating. *International Journal of Eating Disorders*, *42*, 674-686.

## Adquisición y Dinámica de Preferencias en Programas Múltiples de Reforzamiento

Oscar Zamora Arévalo<sup>1</sup> & Arturo Bouzas Riaño  
Universidad Nacional Autónoma de México

### Resumen

Ocho palomas fueron entrenadas en programas múltiples de reforzamiento Razón Variable-Razón Variable (mult RV-RV) con cambios rápidos e imprevistos en las distribuciones de refuerzo en ambos componentes del programa múltiple. El objetivo principal fue evaluar cómo se ajustan las tasas de respuestas a cambios abruptos y no señalados en las condiciones de reforzamiento en distintos períodos y en particular determinar si la dinámica del ajuste del comportamiento es dirigida por la razón o por la diferencia en las probabilidades en las tasas de reforzamiento obtenido en dos componentes de un programa múltiple. Los principales hallazgos fueron que cuando las diferencias entre dos programas de reforzamiento (pobre y rico) son constantes, el desarrollo de la preferencia por una de las respuestas del programa múltiple fue más rápido cuando la razón de las probabilidades de reforzamiento fue mayor (5 a 1), lo cual es congruente con los resultados obtenidos en programas de reforzamiento concurrentes. Sin embargo, cuando la razón se mantuvo constante, la tasa de adquisición no fue más rápida cuando la diferencia entre la probabilidad de reforzamiento fue mayor, hallazgo distinto al reportado en experimentos con programas concurrentes. Los resultados resaltan la importancia de la discriminabilidad en probabilidades de reforzamiento entre la fase de entrenamiento y de transición.

*Palabras clave:* Elección, Dinámica del comportamiento, Adquisición, Programas múltiples, Pichones.

### Acquisition and Preference Dynamic in Multiple Schedules of Reinforcement

#### Abstract

Eight pigeons were trained on multiple variable ratio-variable ratio schedules of reinforcement (mult VR-VR) with rapid and unexpected changes in reinforcement distribution within both components of the multiple schedule. The main objective of the study was to assess the adjustment of response rates to abrupt and un signaled changes in the conditions of reinforcement in different periods, particularly whether the dynamics of behavioral change is guided by the ratio or by the difference between the probabilities of reinforcement obtained in the two components of the multiple schedule. The main findings were that when the differences between two schedules of

---

<sup>1</sup> Este escrito fue financiado por el subsidio del Proyecto CONACYT N° 104396 y el proyecto UNAM-PAPIIT-IN307310. Los autores agraden a Vladimir Orduña la revisión previa de este escrito. Enviar correspondencia a Oscar Zamora Arevalo o Arturo Bouzas Riaño a: Ave. Universidad 3004, Col. Copilco Coyoacán, 1er Piso Edificio D, Posgrado, Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México, C. P. 04510. Dirección de correo electrónico: ozamora@gmail.com; abouzasr@gmail.com

reinforcement (lean and rich) are constant, the development of preference for one of the responses in the multiple schedule was faster when the ratio of the probability of reinforcement was higher (5 to 1), which is consistent with the results obtained with concurrent schedules of reinforcement. However, different from the results obtained using concurrent schedules, when the ratio of probabilities remained constant the rate of acquisition was not faster when the difference between the probabilities of reinforcement was higher. The results highlight the importance of the discriminability of reinforcement probability between training and transition phases.

*Keywords:* Choice, Behavioral dynamics, Acquisition, Multiple schedules, Pigeons.

De los numerosos estudios que sobre elección y preferencia se han realizado en casi cinco décadas (Davison & McCarthy, 1988; Herrnstein, 1997; Stephens, Brown, & Ydelberg, 2007; Stephens & Krebs, 1986; Williams, 1988, 1994), la vasta mayoría han utilizado un modelo experimental que consiste en el estudio de la distribución de dos respuestas, cada una reforzada de acuerdo a programas de reforzamiento independientes (programas concurrentes, programas concurrentes encadenados y procedimientos concurrentes de ensayo discreto) y se han enfocado sobre conducta de estado estable. En la mayor parte de esos estudios, el énfasis teórico ha sido sobre principios de equilibrio molar, estático y reversible de entre los cuales ha destacado la ley de igualación (Davison & McCarthy, 1988; Herrnstein, 1997; Williams, 1988, 1994). Esta regla de elección es una relación empírica que bajo condiciones apropiadas establece que el comportamiento es distribuido en proporción al reforzamiento obtenido en las distintas alternativas disponibles. Igualación es un principio de equilibrio (más que una ley causal) ya que relaciona dos cantidades, tasas de respuesta y tasas de reforzamiento, que son mutuamente dependientes. El utilizar metodologías de estado estable ha estimulado el desarrollo de modelos cuantitativos que son capaces de describir la ejecución individual con un elevado nivel de precisión (e.g., Baum, 1974; Davison & McCarty, 1988; Grace & McLean, 2006; Mazur 2001), pero no han dado una respuesta clara a la cuestión del mecanismo que subyace la igualación. Por lo tanto, no es de extrañar que los cambios en las tasas relativas de respuesta ante cambios en las tasas de reforzamiento sea un tema de creciente interés en investigación, ya que entender la dinámica de la preferencia por responder a una de dos alternativas en transición puede dar una visión de los procesos responsables del comportamiento en estado estable.

En los últimos 20 años ha habido un creciente interés acerca de cómo se desarrollan tales preferencias en programas de reforzamiento concurrentes utilizando una amplia variedad de especies y procedimientos experimentales. En un conjunto de experimentos se examinó la elección bajo contingencias que cambian impredeciblemente a través de las sesiones (e.g., Grace, Bragason, & McLean, 2003; Kyonka & Grace, 2008; Maguire, Hughes, & Pitts, 2007; Schofield & Davison, 1997). En otra serie de estudios, Davison, Baum y sus colegas (Baum & Davison, 2004; Davison & Baum, 2000, 2002; 2003; 2006; 2007; Krägeloh & Davison, 2003; Landon & Davison, 2001; Landon, Davison & Elliffe, 2003) emplearon un nuevo método para investigar la dinámica de la elección. Utilizando un variante de un procedimiento descrito originalmente por Belke y Heyman

(1994), palomas son expuestas a programas concurrentes en el que dada una dimensión del refuerzo por ejemplo, tasa, cantidad, o demora, éstas cambian en varias ocasiones dentro de cada sesión.

En un conjunto de experimentos, antecedentes directos del actual, Mazur y sus colegas utilizaron un procedimiento con el cual, para cada sujeto, es posible obtener varias curvas de la adquisición de la preferencia por responder a una de dos alternativas, ante cambios en la tasa de reforzamiento que producen (Bailey & Mazur, 1990; Mazur, 1992; Mazur & Ratti, 1991). En sus estudios, expusieron a palomas a programa concurrentes. Cada condición consistió de un número de sesiones con iguales programas de reforzamiento para las dos respuestas, las cuales eran seguidas de sesiones en las que sorpresivamente una tecla empezaba a dar más reforzadores que la otra. Esta combinación de sesiones se repetía un número de veces. Con este procedimiento, examinaron el efecto de variar la razón y la diferencia entre la probabilidad de reforzamiento en las condiciones de transición de reforzamiento

En el estudio reportado por Bailey y Mazur (1990) en un primer experimento sobre la tasa de adquisición de una preferencia, se observó a ocho palomas durante 10 condiciones de transición en un procedimiento de ensayos discretos de dos elecciones (en este tipo de procedimiento, al sujeto sólo se le permite hacer una sola respuesta por ensayo, la cual puede o no ser reforzada). Cada condición comenzó con sesiones con la misma probabilidad de reforzamiento en las dos teclas, la que cambiaba, por un número de sesiones, de tal manera que una tecla tenía una mayor probabilidad de reforzamiento. Los investigadores observaron que la tasa de adquisición de la preferencia para la tecla que señalaba mayor densidad de reforzamiento fue más rápida cuando la razón de ambas probabilidades de reforzamiento fue más alta. Además, observaron que los animales fueron sensibles a las razones entre las probabilidades de reforzamiento y no a las diferencias entre dichas probabilidades.

Los experimentos sobre el cambio en las preferencias por respuestas que proveen diferentes tasas de reforzamiento, han estudiado en forma exclusiva alguna variante de programas de reforzamiento concurrente. La simultaneidad de las opciones de respuesta y de reforzamiento tiene dos consecuencias. La primera es que la única medida de preferencia es la tasa relativa de respuesta, dado que la competencia entre respuestas por el tiempo disponible necesita que el incremento en la tasa de una respuesta vaya acompañado del decremento en la tasa de la otra opción de respuesta. La segunda consecuencia, es el interés teórico y experimental por estudiar prioritariamente el efecto de las tasas de reforzamiento obtenidas por las respuestas simultáneas sobre la formación de la preferencia entre respuestas.

Los programas múltiples brindan una oportunidad diferente para estudiar la elección entre respuestas. En estos programas las opciones de respuesta están temporalmente separadas en dos componentes y consecuentemente no compiten por un tiempo común (Herrnstein, 1970; Williams, 1983). En equilibrio, la tasa de respuesta durante uno de los componentes depende tanto de su tasa de reforzamiento como de la tasa de reforzamiento obtenida en el componente alterno (Williams, 1983). Los modelos de elección se extendieron con éxito para

dar cuenta de estos resultados. Sin embargo, los autores del presente estudio no conocen reportes publicados dedicados a estudiar los cambios en las tasas de respuesta en programas múltiples en períodos de transición similares a los estudiados con programas de reforzamiento concurrentes. Este trabajo es una primera aproximación para abordar este problema. El procedimiento que se empleó es equivalente al utilizado por Mazur y sus colegas para el caso de la elección simultánea (Bailey & Mazur, 1990; Mazur, 1992; 1995; 1996, 1997; Mazur & Ratti, 1991). En programas de reforzamiento múltiples RV-RV, con iguales requisitos de respuesta, se estudió el impacto sobre las tasas de respuesta de cambios abruptos en los valores de los programas RV. Al igual que en los estudios de Mazur y colaboradores, se varió tanto la razón como la diferencia entre las probabilidades de reforzamiento asociadas con las respuestas en los dos componentes, con la intención de determinar si su efecto es similar en situaciones de elección simultánea como sucesiva. En unas condiciones se mantuvo constante la diferencia en la probabilidad de reforzamiento en los dos componentes variándose su razón. En otras condiciones se mantuvo constante la razón de probabilidades variándose la diferencia entre ellas.

## **Método**

### *Sujetos*

Se utilizaron ocho palomas domésticas adultas *Columba Livia* privadas al 80% de su peso corporal, experimentalmente ingenuas. Para mantenerlas en el peso, después de cada sesión, se les dio alimento adicional para que al día siguiente tuvieran el peso del criterio. A lo largo del estudio las palomas tuvieron acceso libre al agua.

### *Aparatos*

Se utilizaron ocho cámaras idénticas de condicionamiento operante para pichones diseñadas por el personal del Laboratorio de Comportamiento y Adaptación, con las siguientes dimensiones interiores, 37 cm de alto, 30 cm de ancho y 35 cm de fondo. Cada caja contaba con una luz general, localizada en el centro del techo de la caja y tres teclas de respuestas translúcidas con su correspondiente proyector de estímulos. Las teclas se encontraban en la pared frontal de la cámara y estaban separadas por 7 cm y cada una tenía 2.7 cm de diámetro. Las teclas izquierda y central no fueron utilizadas en este experimento. La tecla derecha podía ser iluminada por una luz roja o verde producidas por dos focos de 2 watts fijados detrás de la tecla. Se requirió de una fuerza de aproximadamente 0.15 N para operar cada tecla. Las cajas también contaban con un dispensador electromagnético de alimento (grano balanceado) que se localizaba en la pared con las teclas, a 5.5 cm del piso y a 10 cm de la tecla central. El reforzador consistió de dos segundos de acceso libre a una mezcla de granos en el dispensador. Durante ese tiempo se encendió una luz que iluminó el

dispensador (comedero) con una luz blanca proveniente de un foco de 2 watts fijado sobre éste y se apagó tanto la luz general como la de la tecla derecha. Las cámaras experimentales estuvieron ventiladas todo el tiempo que duró la sesión y cada una tenía un extractor que sacaba el aire del interior de la cámara, y que a su vez servía como generador de ruido blanco que atenuaba el sonido proveniente del exterior. El control de la secuencia de presentación de los estímulos dentro de las cámaras experimentales, así como el registro de las respuestas de cada animal, se realizó empleando una computadora por medio de una interfaz y lenguaje de programación (MEDSTATE®). Todos los eventos de una sesión se registraron con una exactitud de mili segundos. Los datos fueron almacenados en discos flexibles para su posterior tratamiento.

### *Procedimiento*

Los sujetos fueron alojados en cajas-habitación individuales teniendo los primeros 20 días acceso libre tanto al agua como al alimento. Durante este período, se registró diariamente su peso, posteriormente se tomó la media de este registro como punto de comparación posterior (peso ad libitum). Después de este período, se restringió paulatinamente la cantidad de alimento disponible hasta que se alcanzó el criterio de 80% (+5grm) de peso con respecto al valor ad libitum.

Después de 10 días en los que se mantuvo a los sujetos al 80% de su peso normal, se pasó a la fase de entrenamiento del picoteo mediante un programa de automoldeamiento del picoteo a la tecla (Brown & Jenkins, 1968), hasta conseguir de manera consistente la respuesta de picoteo en la tecla derecha, ante dos colores (verde y rojo). Posteriormente, para familiarizar a los sujetos con el programa de reforzamiento, se reforzó la respuesta a la misma tecla con programas RV, con valores que incrementaron hasta alcanzar un RV 100 en una semana de entrenamiento. Este requisito de respuesta fue el más alto de los utilizados en las condiciones experimentales.

Las palomas fueron expuestas a cinco condiciones experimentales. Cada condición se repitió cuatro veces y los sujetos pasaron por las condiciones en distinto orden. Cada condición, consistió de dos fases, la primera fue una fase de estado estable o entrenamiento y la segunda de transición o de prueba. Las fases de estado estable incluyeron tres días de entrenamiento, en los cuales las respuestas en los dos componentes fueron reforzadas con el mismo programa de reforzamiento (RVx), es decir, con la misma probabilidad de reforzamiento. Durante el cuarto y quinto día de cada condición experimental, se expuso a las palomas a dos sesiones diarias de transición o fase de prueba, en las que un par de programas de reforzamiento diferentes (Razón Variable RVx, Razón Variable RVy), operaron en cada componente. Los valores para las razones utilizadas fueron creados a partir de las progresiones sugeridas por Freshler y Hoffman (1962). Los componentes del programa múltiple duraron 60 s cada uno y las sesiones finalizaron a los 30 min. Las sesiones se condujeron durante seis días a la semana. En la primera parte de este experimento, durante las fases de prueba se usaron pares de programas de reforzamiento que generaron razones iguales



de probabilidades de reforzamiento (5 a 1), pero que generaron distintas diferencias en las probabilidades de reforzamiento (.16, .08 y .04). En la segunda parte, se usaron pares de programas de reforzamiento que producían una razón de probabilidad de 2 a 1 y 3 a 1 e iguales diferencias en las probabilidades de reforzamiento (.04), lo anterior para comparar el efecto de una razón de probabilidades diferentes, y el efecto de diferencias constantes en probabilidad. Las cinco condiciones experimentales con valores de los RVs y con las razones y las diferencias absolutas en entrenamiento y transición se indican en la Tabla 1.

Tabla 1

*Descripción de los programas de reforzamiento utilizados asociados a los componentes del programa múltiple para cada una de las fases y condiciones experimentales.*

Condición	Fase de Estado Estable o de Entrenamiento		Fase de Prueba o de Transición		Probabilidad Alta (RVx)	Probabilidad Baja (RVy)	Razón n	Dif.
	(RVx) - (RVx)							
A	0.12	RV 8 - RV 8	0.2	RV 5	0.04	RV 25	5a1	0.16
B	0.06	RV 17 - RV 17	0.1	RV 10	0.02	RV 50	5a1	0.08
C	0.03	RV 33 - RV 33	0.05	RV 20	0.01	RV 100	5a1	0.04
D	0.06	RV 17 - RV 17	0.08	RV 13	0.04	RV 25	2a1	0.04
E	0.04	RV 25 - RV 25	0.06	RV 17	0.02	RV 50	3a1	0.04

La luz general de la caja y la tecla derecha permanecieron encendidas a lo largo de la sesión, excepto durante los periodos de reforzamiento. La tecla derecha fue transiluminada de color rojo o verde. Cada color se asoció con cada uno de los componentes del programa múltiple RV-RV tanto en la fase de entrenamiento como en la fase de prueba. En las fases de transición para la mitad de los sujetos el color rojo fue asociado al componente rico y el color verde se asoció al componente pobre y viceversa para la otra mitad de los sujetos.

Las tasas de respuesta tanto absolutas como relativas se calcularon componente a componente para los tres días de entrenamiento y en cada uno de los dos días de transición.

## Resultados

El interés principal de este experimento fue observar el comportamiento de las respuestas en un programa múltiple en los periodos de transición de componentes con igual probabilidad de reforzamiento a componentes con probabilidades diferentes de reforzamiento. Para cada una de las condiciones experimentales a las que fueron sometidos los sujetos, se reportan tanto las tasas relativas como las tasas absolutas de respuesta computadas componente a componente. Los últimos dos componentes no se consideraron para el análisis gráfico y estadístico, ya que con valores tan pequeños de RV en los distintos programas de las diferentes condiciones, se presentó un efecto de saciedad que se manifestó en ambos componentes en todas las condiciones experimentales.

Para ambas graficas de la Figura 1 se presentan los resultados para el segundo día de transición, en las abscisas se muestran intervalos sucesivos de 2 minutos, en los cuales los sujetos respondían a uno y a otro componente (rico y pobre) del programa múltiple. En tanto en las ordenadas se muestra la tasa relativa de respuestas, es decir la tasa de respuestas en el componente rico ( $P_r$ ) dividida por la tasa de repuestas en el componente rico más la tasa de respuestas en el componente pobre ( $P_r + P_p$ ). Esta medida fue obtenida para cada uno de los 14 intervalos sucesivos de dos minutos que constituyeron cada sesión. Los símbolos en cada una de las gráficas representan el promedio total de la tasa relativa de respuestas de los sujetos, en los cuatro ciclos para el segundo día de las fases de prueba o transición para cada una de las condiciones. En el panel superior se presenta la tasa relativa de respuestas en las tres condiciones cuando la razón entre las probabilidades de reforzamiento de los componentes de los programas múltiples se mantuvieron constantes en 5 a 1 (Condiciones RV5-RV25, RV10-RV50 y RV20-RV100), pero la diferencia entre las probabilidades de reforzamiento de ambos componentes fue variable (0.16, 0.08, 0.04). En el panel inferior se muestra la tasa relativa de respuestas en las tres condiciones cuando la diferencia entre las probabilidades de reforzamiento fue la misma (0.04) en las tres condiciones (RV13-RV25, RV17-RV50, RV20-RV100) pero la razón entre las probabilidades de reforzamiento fue variable (2 a 1, 3 a 1 y 5 a 1).

La Figura 1 muestra que la velocidad con la que cambiaron las tasas relativas de respuesta fue proporcional a la razón de la probabilidad de reforzamiento en los dos componentes del programa múltiple. Muestra también una diferencia muy pequeña y no ordenada entre la tasa relativa de respuesta y la diferencia en las probabilidades de reforzamiento. Esta impresión fue confirmada por un análisis de varianza múltiple de medidas repetida con dos factores: Condición e Intervalos con 3 y 14 niveles respectivamente, tanto en las condiciones donde la razón fue constante (Condiciones RV5-RV25, RV10-RV50 y RV20-RV100), como en las condiciones donde la diferencia en las probabilidades de reforzamiento fue la misma (Condiciones RV13-RV25, RV17-RV50 y RV20-RV100). En el primer análisis cuando las razones entre las probabilidades de reforzamiento de mantuvieron constantes (5 a 1), sólo el factor intervalo fue estadísticamente significativo  $F(13, 91) = 7.39, p < .05$ , ni el factor condición, ni la interacción entre

condición e intervalo fueron significativas. En el segundo análisis cuando las diferencias entre las probabilidades de reforzamiento se mantuvieron constantes (0.04), ambos factores y la interacción fueron estadísticamente significativos, condición  $F(2, 14) = 12.09$ ,  $p < .05$ , intervalo  $F(13, 91) = 9.03$ ,  $p < .05$ , e interacción condición e intervalo  $F(26, 182) = 1.58$ ,  $p < .05$ .

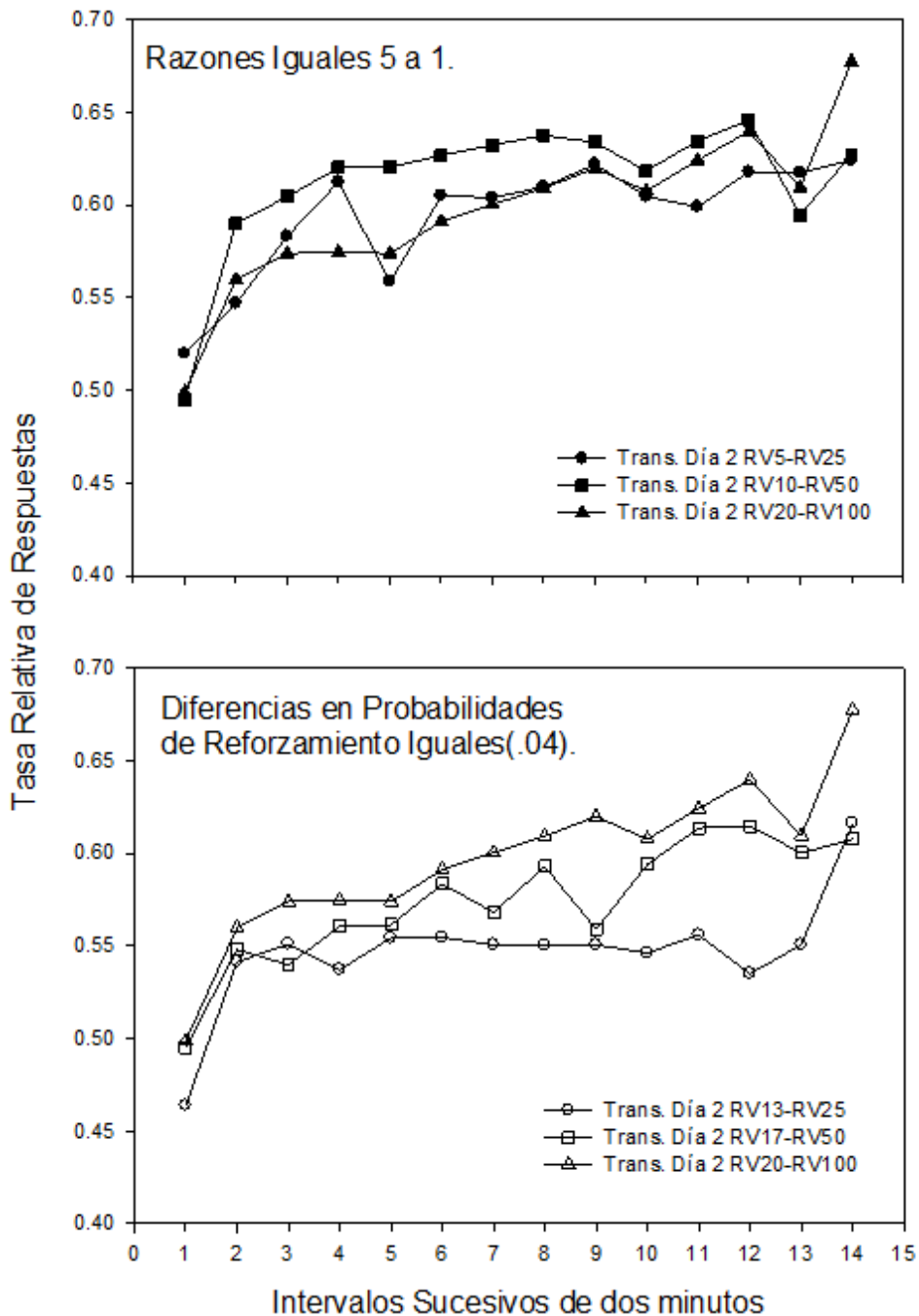


Figura 1. Promedio de todos los sujetos de las tasas relativas de respuesta como una función de intervalos sucesivos de 2 minutos.

A diferencia de los programas concurrentes, en programas múltiples es pertinente estudiar los posibles cambios en las tasas absolutas de respuesta.

La Figura 2 muestra el promedio de las tasas absolutas de respuesta de todos los sujetos (número de respuesta/tiempo de exposición al componente para cada uno de los 14 componentes {ordenada}). Las tres columnas muestran respectivamente el promedio de los tres días de las fases de entrenamiento, el primer día de las fases de transición y el segundo día de las fases de transición. Los círculos llenos representan el componente asociado en las fases de transición al componente rico y los círculos vacíos representan el componente que en las fases de transición estuvo asociado al componente pobre. Se puede observar de manera muy general que durante las fases de entrenamiento, las tasas globales de respuesta fueron similares en ambos componentes de los programas múltiples. En cambio en todas las condiciones en los días de transición desde el primer día y el segundo intervalo, las tasas absolutas cambiaron, pero el cambio fue más pronunciado para el componente pobre. Este efecto fue aún mayor en el segundo día de transición, y en las tres condiciones con razón 5 a 1. Un efecto adicional, que puede verse en esta figura, es que en el primer intervalo del segundo día de transición, las tasas absolutas regresaron a los niveles observados en entrenamiento.

## Discusión

El propósito de este experimento fue presentar la evidencia empírica faltante sobre los factores que afectan la tasa de adquisición de una preferencia a responder diferencialmente cuando súbitamente dos alternativas temporalmente distantes proporcionan reforzadores con diferentes probabilidades.

La pregunta que se deseaba responder era si los resultados obtenidos con programas múltiples eran similares a los reportados en programas concurrentes manipulando variables similares. Los resultados permiten una serie de conclusiones. Primero, manteniendo constante la diferencia en la probabilidad de reforzamiento entre los componentes del programa múltiple, el cambio en las tasas de respuesta, absolutas y relativas, fue mayor y más rápido mientras mayor fue la razón entre dichas probabilidades de reforzamiento. Segundo, manteniendo constante la razón de probabilidades, la diferencia en la probabilidad de reforzamiento no tuvo un efecto, ni consistente ni significativo, sobre los niveles y la rapidez de los cambios en ambas medidas de respuesta. El primer resultado es consistente con los reportados por Mazur y colaboradores en programas concurrentes en procedimientos de ensayo discreto (Bailey & Mazur, 1990) y procedimientos de operante libre (Mazur, 1992; Mazur & Ratti, 1991). Sin embargo, el segundo no es consistente a lo reportado en los mismos experimentos.

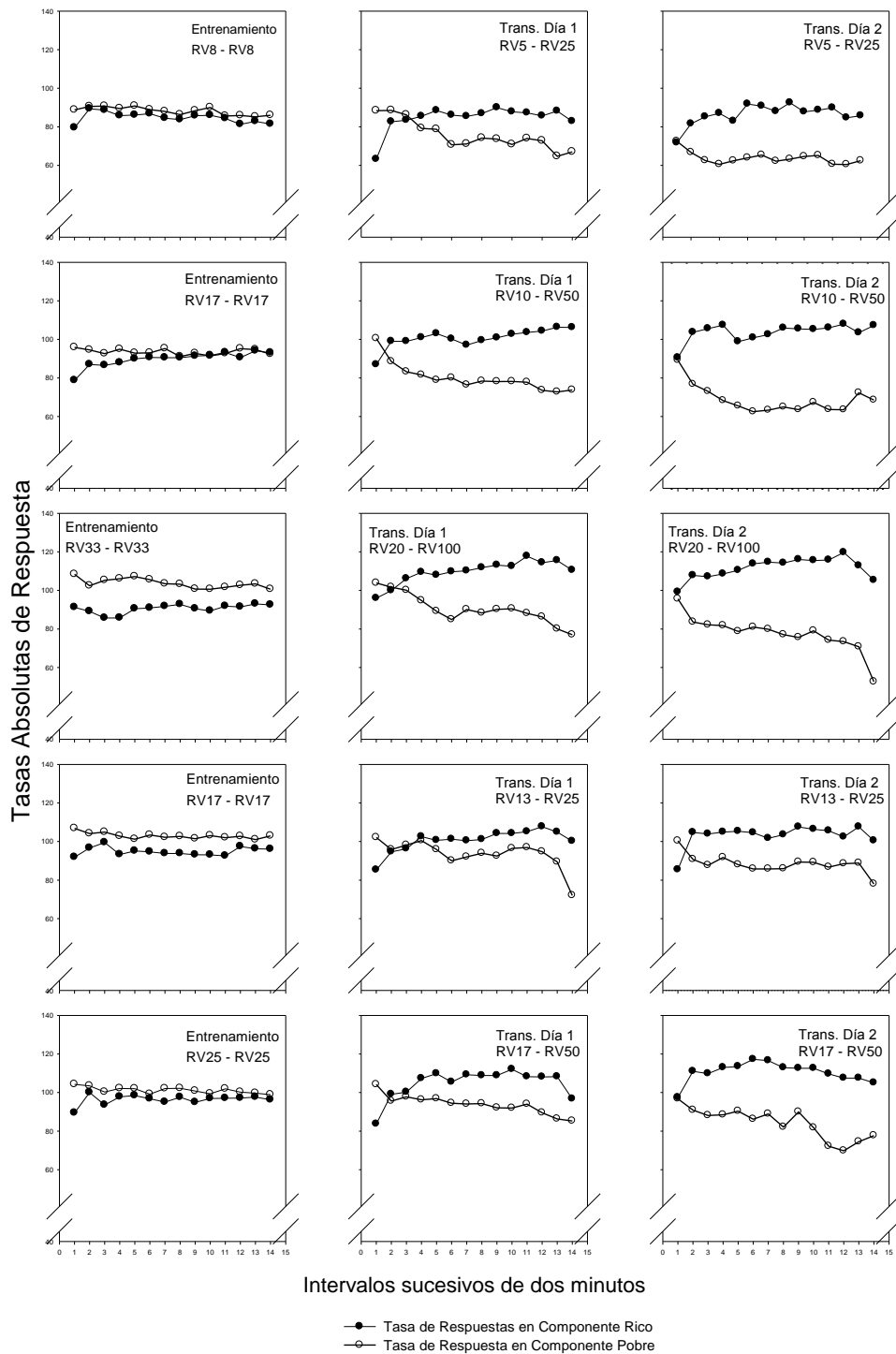


Figura 2. Promedio total de las tasas globales de respuesta como una función de intervalos sucesivos de 2 minutos. Los círculos cerrados representan las tasas de respuesta asociadas a los componentes ricos y los círculos abiertos representan las tasas de respuesta asociadas a los componentes pobres tanto en las fases de entrenamiento como de transición.

Tercero, el cambio en la tasa relativa de respuesta obedece principalmente al decremento en la tasa absoluta de respuesta durante el componente pobre del programa múltiple de reforzamiento. Cuarto, el cambio en las tasas de respuesta fue mayor en el segundo día de transición que en el primero, sin embargo la experiencia con sólo dos componentes de un minuto fue suficiente para observar cambios en ambas medidas de respuesta. Quinto, la tasa de respuesta en el segundo día de transición en los minutos iniciales de la sesión regresó a los niveles obtenidos durante la fase de entrenamiento.

De estos resultados, uno en particular, el efecto de la diferencia en la probabilidad de reforzamiento en los dos componentes del programa múltiple resalta por su inconsistencia con los resultados obtenidos en programas de reforzamiento concurrentes. En particular, los resultados reportados por Mazur y colaboradores, implican que la rapidez en el cambio en las tasas absolutas de respuesta está relacionada monotónicamente a la tasa de reforzamiento global que conforma el contexto de una sesión experimental. Por ejemplo, comparando las condiciones RV5 – RV25 con RV20- RV100, ambas condiciones proporcionan reforzamiento con la misma razón de probabilidades (5 a 1), sin embargo, la primera condición permite una tasa de reforzamiento mucho mayor que la de la segunda. Consecuentemente, la primera condición proporciona un número mayor de oportunidades de aprendizaje por respuesta. Los datos aquí reportados son inconsistentes con esta interpretación del papel de la diferencia en probabilidad de reforzamiento en programas múltiples.

Una posible explicación de la diferencia en el efecto de la densidad de reforzamiento en programas concurrentes y múltiples, es las diferentes restricciones temporales asociadas con ellos. En el primer procedimiento hay una restricción lineal que implica que las respuestas compiten por el mismo tiempo disponible. En contraste, en los programas múltiples hay dos restricciones lineales, cada una de ellas asociada a uno de los componentes, y consecuentemente las respuestas reforzadas no compiten por un tiempo común. La implicación de esta diferencia en restricciones, es que en programas concurrentes, la competencia por el tiempo disponible magnifica el papel de la densidad de reforzamiento, de forma tal que la respuesta reforzada con mayor probabilidad, en este caso la respuesta reforzada con el RV 5, absorbe una mayor parte del tiempo disponible.

El efecto de la razón de probabilidades sobre la rapidez con la que cambian las tasas de respuesta es consistente con la posición que atribuye dicho efecto a la discriminabilidad entre la probabilidad de reforzamiento en el componente rico y el pobre. Al igual que en otras dimensiones sensoriales la discriminabilidad depende de las razones y no de las diferencias entre estímulos. La razón de probabilidades generada por el programa múltiple RV 20 RV 100 es mucho más discriminable que la razón que resulta del programa RV 13 RV 25, a pesar de que en ambas condiciones la diferencia entre probabilidades de reforzamiento es la misma (0.04).

La literatura en programas concurrentes asume que el proceso de comparación es entre la probabilidad de reforzamiento asociada con cada respuesta disponible simultáneamente. En el caso de los programas múltiples, las

diferentes extensiones de la ley del efecto relativa para dar cuenta de la ejecución que se obtiene en equilibrio (Williams, 1983), implican que por analogía, la comparación en transiciones es también entre las probabilidades de reforzamiento programadas para los dos componentes. Sin embargo, el patrón observado en las curvas de adquisición de las tasas absolutas de respuesta, sugieren reconsiderar las variables que operan en el aprendizaje en los programas múltiples. En el caso de los programas múltiples, no es fácil comparar las respuestas reforzadas en diferentes componentes, por lo que la adaptación a las nuevas condiciones en transición parece darse comparando la probabilidad de reforzamiento en cada componente separado, con las condiciones de reforzamiento en el mismo componente durante la fase de entrenamiento. Una forma de evaluar dicha hipótesis es tomando ventaja de que los programas múltiples permiten separar las tasas relativas de respuesta de las absolutas. El patrón de resultados observados en la Figura 2 es consistente con la suposición de que la discriminabilidad entre la probabilidad de reforzamiento en la fase de entrenamiento y la de transición es la variable importante. Así, el cambio más discriminativo en reforzamiento se dio en la condición RV20 – RV100, que en entrenamiento era RV33. Mientras que el cambio menos discriminativo en reforzamiento se obtuvo en la condición RV5 – RV25, que en entrenamiento era RV8. Por ejemplo, para el caso del programa múltiple RV 20 RV 100, con un programa en entrenamiento RV 33, las probabilidades de reforzamiento fueron respectivamente .05, .01 y .033. En este caso los animales compararían la razón de .05 a .033 igual a sólo 1.667 veces más probable el reforzamiento, en el componente rico y .01 a .033 igual a .333 (un tercio menos probable) en el componente pobre.

Consistente con la hipótesis que los animales comparan, para cada respuesta por separado, las probabilidades de reforzamiento en entrenamiento y transición, fue lo obtenido cuando la razón de probabilidades de reforzamiento fue igual a 5 a 1. En las tres condiciones hubo un decremento en la tasa de respuesta durante el componente pobre, conforme decremento su probabilidad de reforzamiento y simultáneamente, la tasa de respuesta en el componente rico también disminuyó conforme incremento su probabilidad de reforzamiento. Un efecto de techo es una explicación alternativa del menor cambio en la tasa absoluta de respuesta en el componente rico. Sin embargo, en otros experimentos con programas múltiples RV-RV las tasa de respuesta para requisitos de respuesta similares fue mucho más alta que la obtenida en el presente experimento (e.g., Zuriff, 1970).

Lo anterior no quiere decir que las condiciones de reforzamiento en el componente alterno durante transición no jueguen un papel. Es bien conocido que en programas múltiples, manteniendo otras variables constantes, la tasa de respuesta en un componente es una función inversa de la tasa de reforzamiento en el componente alterno, fenómeno conocido como contraste conductual (Williams, 1983). El diseño del estudio no tenía como uno de sus objetivos estudiar el curso del contraste conductual observado en programas múltiples. Sin embargo, en la Figura 2 puede verse que las condiciones que comparten un RV25 y un RV50, muestran clara evidencia de contraste conductual. La tasa de respuesta asociada al RV50 fue más baja cuando alternó con un RV10 que con un RV17. De igual forma, la tasa de respuesta asociada al RV25 fue más baja cuando alternó

con un RV5 que con RV13. En su conjunto, los resultados obtenidos indican la necesidad de obtener más datos que permitan separar las comparaciones sucesivas de las simultáneas y encontrar cuando una o la otra es más probable. Por ejemplo, es posible que reducir la duración de los componentes del programa múltiple, aumente la probabilidad de que los organismos lleven a cabo una comparación simultánea.

En resumen, los datos aquí reportados sugieren que para integrar los resultados de los experimentos en elección simultánea con los de elección intertemporal, los modelos cuantitativos de la adaptación a cambios en las condiciones de reforzamiento en programas múltiples, deben considerar el papel de las diferencias en restricciones temporales entre programas múltiples y concurrentes, las variables que determinan el peso de las comparaciones sucesivas y simultáneas en la probabilidad de reforzamiento y la recuperación espontánea frecuentemente observada (Dragoi & Staddon, 1999).

## Referencias

- Bailey, J. T., & Mazur, E. J. (1990). Choice behavior in transition development of preference for the higher probability of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 3, 409-422.
- Baum, W. M. (1974). On two types of deviation for the matching law: Bias and undermatching. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 22, 231-241.
- Baum, W. M., & Davison, M. (2004). Every reinforcer counts: Visit patterns in the dynamics of choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 81, 85-127.
- Brown, P. L., & Jenkins, H. M. (1968). Auto shaping of the pigeon's key peak. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11, 151-160.
- Belke, T. W., & Heyman, G. M. (1994). Increasing and signaling background reinforcement: Effect on the foreground response-reinforcer relation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 61, 65-81.
- Davison, M., & Baum W. (2000). Choice in a variable environment: Every reinforcer counts. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 74, 1-24.
- 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, 65-89.
- Davison, M., & Baum, W. M. (2003). Every reinforcer counts: Reinforcer magnitude and local preference. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 80, 95-129.
- Davison, M., & Baum, W. M. (2006). Do conditional reinforcers count? *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 86, 269-283.
- Davison, M., & Baum, W. M. (2007). Local effects of delayed food. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 87, 241-260.
- Davison, M., & McCarthy, D. (1988). *The matching law: A research review*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.



- Dragoi, V., & Staddon, J. E. R. (1999). The dynamics of operant conditioning. *Psychological Review*, *106*, 20-61.
- Fleshler, M., & Hoffman, H. S. (1962) A progression for generating variable-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *5*, 529-530.
- Grace, R. C., & McLean, A. P. (2006). Rapid acquisition in concurrent chains: Evidence for a decision model. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *85*, 181-202.
- Grace, R. C., Bragason, O., & McLean, A. P. (2003). Rapid acquisition of preference in concurrent chains. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *80*, 235-252.
- Herrnstein, R. J. (1970). On the law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *13*, 243-266.
- Herrnstein, R. J. (1997). Relative and absolute strength of responses as a function of frequency of reinforcement. En H. Rachlin & D. I. Laibson (Eds.), *The matching law: Papers in psychology and economics* (pp. 15 -21). Cambridge, MA, E. U.: Harvard University Press.
- Kyonka, E. G. E., & Grace, R. C. (2008). Rapid acquisition of preference in concurrent chains when alternatives differ on multiple dimensions of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *89*, 49-69.
- Krätzeloh, C. U., & Davison, M. (2003). Concurrent schedule performance in transition: Changeover delays and signaled reinforcer ratios. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *79*, 87-109.
- Landon, J., & Davison, M. (2001). Reinforcer-ratio variation and its effects on rate of adaptation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *75*, 207-234.
- Landon, J., Davison, M., & Elliffe, D. (2003). Choice in a variable environment: Effects of unequal reinforce distributions. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *80*, 187-204.
- Maguire, D. R., Hughes, C. E., & Pitts, R. C. (2007). Rapid acquisition of preference in concurrent schedule: Effects of reinforcement amount. *Behavioural Processes*, *75*, 213-219.
- Mazur, J. E. (1992). Choice behavior in transition: Development of preference with ratio and interval schedules. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *18*, 364-378.
- Mazur, J. E. (1995). Development of preference and spontaneous recovery in choice behavior with concurrent variable-interval schedules. *Animal Learning & Behavior*, *24*, 93-103.
- Mazur, J. E. (1996). Past experience, recency, and spontaneous recovery in choice behavior. *Animal Learning & Behavior*, *24*, 1-10.
- Mazur, J. E. (1997). Effects of rate of reinforcement and rate of change on choice behavior in transition. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *50B*, 111-128.
- Mazur, J. E. (2001). Transitional choice behavior in concurrent-chain schedules. *Behavioural Processes*, *53*, 171-180.

- Mazur, J. E., & Ratti, T. A. (1991). Choice behavior in transition: Development of preference in a free-operant procedure. *Animal Learning & Behavior*, 19, 241-248.
- Schofield, G., & Davison, M. (1997). Nonstable concurrent choice in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 68, 219-232.
- Stephens, D. W., & Krebs, J. R. (1986). *Foraging theory*. Princeton, NJ., E. U.: Princeton University Press.
- Stephens, D. W., Brown, J. S., & Ydelberg, R. C. (2007). *Foraging: Behavior and ecology*. Chicago, E.U.: The University Chicago Press.
- Williams, B. A. (1983). Another look at the contrast in multiple schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 39, 345-384.
- Williams, B. A. (1994). Reinforcement and choice. En N. J. Mackintosh (Ed.), *Animal learning and cognition* (pp. 81-108). San Diego, CA., E.U.: Academic Press.
- Williams, B. A. (1988). Reinforcement, choice, and response strength. En R. C. Atkinson, R. J. Herrnstein, G. Lindzey, & R. D. Luce, (Eds), *Steven's handbook of experimental psychology, Vol. 2: Learning and cognition* (2a Ed., pp. 167-244.) New York, E.U.: Wiley.
- Zuriff, G. E. (1970). A comparison of variable-ratio and variable-interval schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 13, 369-374.

## Lineamientos para los autores

La Revista Acta de Investigación Psicológica (AIP) tiene como propósito publicar simultáneamente en papel y en forma electrónica artículos científicos originales de investigación empírica en todos los ámbitos de la psicología. El manuscrito no debe someterse al mismo tiempo a consideración de otra revista. Además, se debe garantizar que los contenidos del manuscrito no han sido publicados y que todas las personas incluidas como autores han dado su aprobación para su publicación.

Se pueden someter a la revista manuscritos describiendo investigación original en español o en inglés. En ambos casos, la primera página debe incluir el título en ambos idiomas, el título no mayor a 85 caracteres incluyendo espacios, se recomienda que sea claro, preciso y que contenga las variables del estudio, nombre(s) del(os) autor(es) completo(s) y afiliación institucional. En la parte inferior de la página se debe incluir el nombre del autor o el de la autora a quien se dirigirá cualquier correspondencia, número telefónico, correo electrónico y domicilio completo.

El manuscrito debe presentarse en un único documento escrito a doble espacio con letra Arial 12 puntos, y no debe exceder de 25 páginas, incluyendo tablas y figuras. El formato del texto debe apegarse estrictamente al Manual de Estilo de Publicaciones APA (2da. Ed., en español, 2002, Editorial El Manual Moderno) y a los lineamientos descritos a continuación.

En la segunda y tercera páginas debe presentarse el título en los dos idiomas, en caso de que el manuscrito este en Español, llevará un resumen con un máximo de 200 palabras, y en Inglés un abstract de 300 a 400 palabras, en caso de que el texto este en Inglés un abstract de 200 palabras y un resumen en Español de 300 a 400 palabras.

Se deberá incluir también 5 palabras clave en español y 5 en inglés. Se recomienda que las palabras claves se refieran a las variables del estudio, la población, la metodología utilizada, al campo de conocimiento, el país donde se llevó a cabo la investigación. Debido a que la revisión editorial se realiza de forma anónima por 2 jueces, es responsabilidad del autor verificar que dentro del cuerpo del artículo no haya elementos que puedan identificar a los autores.

En las páginas siguientes debe aparecer el cuerpo del manuscrito, marco teórico, método, resultados, discusión y referencias. En el mismo archivo, al final del cuerpo del manuscrito, en páginas separadas, deben aparecer las leyendas de figuras y tablas, las figuras, las tablas, los anexos y nota del autor. Dentro del texto del artículo se debe señalar claramente el orden de aparición, y su formato se apegará estrictamente al formato APA.

Dado el corte estrictamente empírico de la publicación, es indispensable que la introducción justifique claramente la importancia del problema de investigación, el cual debe derivarse directamente de la revisión de la investigación antecedente relevante, incluyendo resultados contradictorios, vacíos en el conocimiento y/o ausencia de conocimiento que el estudio pretenda resolver. En la sección de método deberá incluir la formulación de las hipótesis o las preguntas de investigación en las que se consideraren claramente las variables de estudio y se vinculen directamente con el problema. Las hipótesis o preguntas de investigación deben considerarse clara y exclusivamente las variables del estudio, es decir, que se vinculan directa y explícitamente con el problema de investigación, enuncian claramente la dirección de la relación entre las variables y están apoyadas por la revisión de la literatura.

Incluya una descripción amplia y clara de la muestra, procedimientos y mediciones. En el apartado de resultados presente solo datos que se derivan de las hipótesis de estudio y asegure que los análisis estadísticos sean pertinentes. Se ha de proveer información de la magnitud de los efectos, así como de la probabilidad de todos los resultados significativos. Los datos que apoyen los resultados de la investigación deberán conservarse por 5 años después de la publicación, para garantizar que otros profesionales puedan corroborar los argumentos que se sostienen en el trabajo escrito, siempre y cuando al hacerlo no se violen derechos legales o éticos. Por último, la discusión debe derivarse congruente y directamente del marco teórico, la pregunta de investigación y los resultados obtenidos. Finalmente, asegurarse de que cada una de las referencias debe estar citada en el texto y cada cita debe estar en la lista de referencias.

El manuscrito debe enviarse adjunto vía electrónica en un solo archivo nombrado con el primer apellido del primer autor y la (s) inicial (es) del nombre y en formato compatible con PC (.doc, .rtf), a Rolando Díaz Loving al correo electrónico: **actapsicológicaunam@gmail.com**. Los autores deben conservar una copia del manuscrito sometido, en caso de que éste sufra algún daño al enviarlo a la AIP.

Todo manuscrito sometido a AIP se someterá a un filtro inicial, antes de ingresar al proceso editorial. Una vez soslayado este cedazo, se revisarán manuscritos de investigación que cumplan con rigor conceptual y metodológico; esta decisión depende de los miembros del Consejo Editorial, de dictaminadores y en última instancia, del Editor. Los autores de los artículos aceptados deben proveer por escrito las autorizaciones de material con derechos de autor, como pruebas psicológicas, fotografías, figuras, tablas, entre otros, que son utilizados en su artículo.

## Proceso editorial

El proceso de recepción, evaluación, dictamen y publicación que se sigue en la revista es el siguiente:

- El Autor principal lee y acepta las políticas de publicación de la revista y será el encargado del seguimiento y comunicación con la misma.
- El Autor principal prepara y envía su artículo y autorizaciones de acuerdo al formato solicitado.
- El Editor recibe el material y revisa que cumpla con los requisitos establecidos (formato, autorizaciones, etc.), de no ser así, se devuelve al Autor para su corrección y posterior postulación. Sí el artículo cumple con todos los requisitos establecidos, el Editor emite confirmación de la recepción y del envío a revisión del artículo. El Editor selecciona a los miembros del Comité Editorial que realizarán la revisión del artículo (entre 2 y 3 miembros).
- Los miembros del Comité Editorial seleccionados, que desconocen la (s) autoría (s) del manuscrito, revisan y emiten un dictamen razonado sobre el artículo basado en la rigurosidad científica, el impacto de la contribución, la congruencia del método de investigación, la sistematicidad y lo adecuado de los resultados, la claridad y contundencia de los argumentos de la presentación (tiempo estimado: 4 semanas máximo).
- El Editor recibe y pondera las evaluaciones de los revisores y emite alguno de los siguientes dictámenes:
  - 1) Aprobado para publicación.
  - 2) Aprobado para publicación condicionado a los cambios sugeridos.
  - 3) Cambios sugeridos mayores que requieren de una nueva evaluación.
  - 4) La temática, contenido, abordaje o metodología no corresponden a los criterios de evaluación de la revista.
- En el caso 2, el Editor hace del conocimiento del Autor los cambios sugeridos al artículo para su publicación.
- El Autor recibe y realiza los cambios sugeridos al artículo, y en un plazo máximo de 4 semanas a partir de conocer los cambios sugeridos remite el artículo corregido al Editor.
- El Editor revisa los cambios y en caso de requerirse sugiere tantas modificaciones como sean necesarias. El Autor las realiza y lo reenvía al Editor
- En el caso 3, el Autor realiza los cambios sugeridos y lo reenvía al Editor quien a su vez lo envía a evaluación por el Comité Editorial.
- Una vez aceptado un manuscrito sin cambios adicionales, el Editor informará a todos los autores el número de la revista donde será publicado su artículo, conciliando la composición y tamaño de cada uno.
- Cuando el número es publicado, se proporcionarán dos revistas a cada autor.

## Guidelines for Authors

The purpose of Psychological Research Records (PRR) is to publish original empirical scientific articles in all fields of psychology, simultaneously in hard copy and electronically. Contents of submitted manuscripts should be approved by all authors and have not appeared in other publications. In addition, manuscripts should not be sent to consideration in other journals while in the process of evaluation.

Articles describing original empirical research may be submitted either in English or in Spanish. In any case, the cover page should include title in both languages, no longer than 85 characters with spaces included. The title should be clear, precise and include variables under study, complete names of authors and institutional affiliation. As a footnote to this first page, interested parties should include the full name of author to whom correspondence should be directed, phone number, e-mail and full address.

Manuscripts must be sent in one single document ([actapsicologicaunam@gmail.com](mailto:actapsicologicaunam@gmail.com)), double spaced, Arial type 12, and should not exceed 25 pages including tables and figures. Text format should strictly adhere to APA Publication Manual stipulations and to the norms described below.

Second and third pages should include titles in both languages. When the paper is in Spanish, an abstract in this language of maximum 200 words and an abstract in English of minimum 300 and maximum 400 words should be presented. When the submission is in English, then the abstract should be no longer than 200 words and a Spanish abstract of minimum 300 and maximum 400 words should be presented. 5 key words in each language should also be provided. It is recommended that key words include study variables, population characteristics, methodology and field of knowledge referred to. Since the editorial revision is conducted by two judges blind to authors identity, it is the authors responsibility to insure that no identification clues are in the body of the paper.

The following pages must include the main body of the manuscript, theoretical framework, methodology, results, discussion and references. At the end of the same file, in separate pages, authors should insert tables, figures, attachments and author's notes.

Given the strict empirical orientation of the journal, it is essential that the introduction clearly justifies the weight of the study, which should be directly derived from relevant previous research, including contradictory results, omissions, or lack of knowledge which the study intends to rectify. The methods section must include clear research questions, hypothesis and include all conceptual and operational definitions of variables under scrutiny. In addition, an ample description of the sample, procedures, and research design and measurement instruments should be included.

In the results section, only present data that respond to hypothesis and make sure that statistical analysis are appropriate and justified. Give information on significance and effect sizes. Data for the study should be kept for 5 years after the publication, to insure that other researchers can revise them if needed, unless ethical or legal rights preclude this action. For the discussion section, it is imperative that it strictly address only content that is derived from the introduction, the research question and the results. Finally, insure that all cited references from the body of the text are included in the reference list.

All manuscripts submitted to PRR will go through an initial screening before entering the formal editorial process. Once APA format and minimum research specifications have been met, research manuscripts will be sent to 2 to 3 members of the Editorial Board for who will assess the conceptual and methodological rigor of the proposal. The decision will be informed to the authors by the Editor, and in cases of acceptance, the authors should provide written consent of any materials under publishers rights used in the article.

## Editorial Process

The reception, evaluation, verdict and publication for the journal are as following:

- Principal Author should read and accept the journals publication norms and will be assigned to follow up and communicate with the editor.
- Prepares and submits manuscripts and required authorizations in adherence to specified formats and norms.
- Editor confirms receiving the manuscript and revises text for adequate form; if the paper does not meet the standards the Editor sends the manuscript back to the Authors for corrections before it can enter the editorial revision.
- If Authors consider it adequate, they resubmit with proper format.
- Editor confirms receiving manuscript and sends it to 2 to 3 members of the Editorial Board who are blind to Author's identity. Editorial board members revise and give a reasoned judgment on article based on scientific rigor, importance of contribution, congruence of research method, adequacy of results and clarity and impact of arguments and discussion (estimated time, one month).
- Editor receives evaluation, considers strengths and weaknesses and gives one of the following verdicts:
  - 1) Approved for publication.
  - 2) Approved if suggested changes are made.
  - 3) Major changes require resubmission and a new evaluation.
  - 4) Theme, content or methodologies do not match the journals evaluations standards.
- For case 2, Authors makes changes and sends manuscript to the Editor (time limit one month). Editor reviews changes and suggests as many additional changes as necessary. Once all issues are resolved, the article is approved for publication.
- For case 3, Authors make required changes and resend manuscript to the Editor who assigns new judges from the Editorial Board.
- Once an article is fully approved, the Editor informs the Authors in what date and number the text will be published. When the journal appears, each author receives 2 copies of the journal where the articles came out.



# Contenido:

## **Reinforcer efficacy, response persistence, and delay of reinforcement**

Eficacia del reforzador, persistencia de la respuesta y demora de reforzamiento

David P. Jarmolowicz & Kennon A. Lattal

## **Effects of scopolamine on conditioning of lever pressing**

Efectos de la escopolamina en el condicionamiento de presiones a la palanca

Yectivani Juárez, Gabriela González-Martín, Rodolfo Bernal-Gamboa, Rodrigo Carranza, Javier Nieto, Alfredo Meneses & Livia Sánchez-Carrasco

## **The effects of the verbal developmental capability of naming on how children can be taught**

Los efectos del desarrollo de la capacidad verbal de nombrar sobre cómo puede enseñarse a los niños

R. Douglas Greer, Alison Corwin & Susan Buttigieg

## **A developmental analysis of children's equivalence-class formation and disruption**

Un análisis del desarrollo de la formación de equivalencia de clases y de su interrupción por niños

Carol Pilgrim, Rebecca Click & Mark Galizio

## **Equidad en intercambios de esfuerzo y ganancias: efectos de la información**

Equity in effort and profits interchanges: effects of information

Carlos Santoyo V. & Ligia Colmenares V.

## **Correlación entre miedo incondicionado y la primera reacción a la disminución y extinción de un reforzador apetitivo**

Correlation between unconditional fear and the first reaction to the decline and extinction of an appetitive reinforcer

Giselle Kamenetzky, Lucas Cuenya & Alba Elisabeth Mustaca

## **Reforzamiento concurrente de secuencias de respuestas**

Concurrent reinforcement of response sequences

Gustavo Bachá Méndez & Ixel Alonso Orozco

## **Algunas observaciones sobre el "control del estímulo"**

Some observations about "stimulus control"

Emilio Ribes Iñesta

## **Efectos de la dispersión de alimento sobre la elección y los patrones de exploración**

Effects of food dispersion on choice and exploration patterns

Maryed Rojas, Diana Pérez, Arturo Clavijo, Oscar García-Leal & Germán Gutiérrez

## **Privación de alimento y conducta de atracón en ratas**

Food-deprivation and binge-eating in rats

Felipe Díaz, Karina Franco, Antonio López-Espinoza, Alma G. Martínez & Karen García

## **Adquisición y dinámica de preferencias en programas múltiples de reforzamiento**

Acquisition and preference dynamic in multiple schedules of reinforcement

Oscar Zamora Arévalo & Arturo Bouzas Riaño