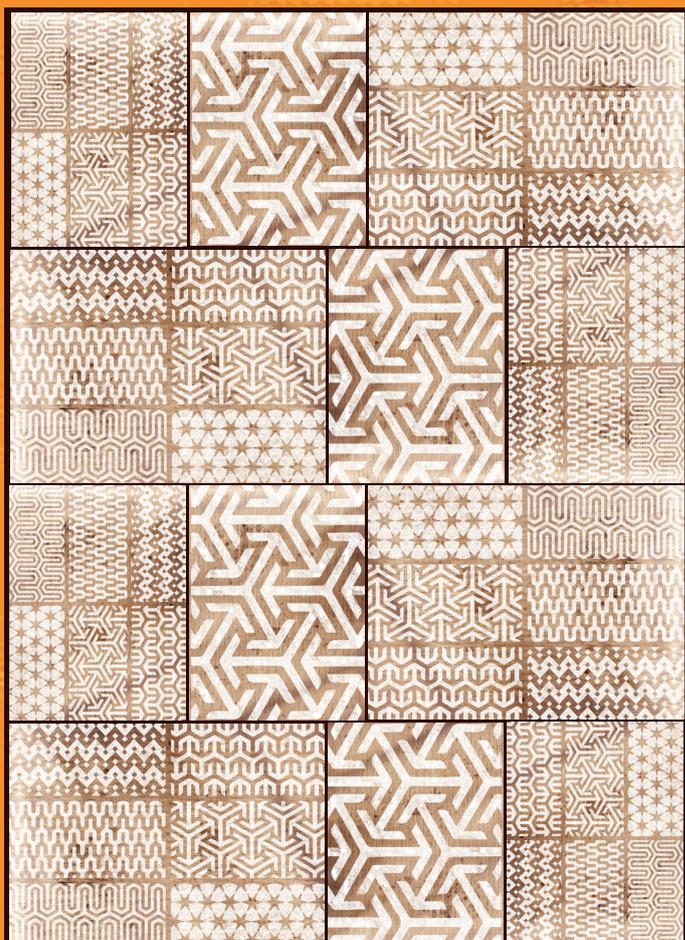


# ESTUDIOS SOBRE COMPORTAMIENTO Y APLICACIONES

VOLUMEN IV

Felipe Cabrera · Óscar Zamora · Héctor Martínez,  
Pablo Covarrubias · Vladimir Orduña  
*(editores)*



Estudios sobre comportamiento  
y aplicaciones

*Volumen IV*

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Mtro. Itzcóatl Tonatiuh Bravo Padilla  
*Rector General*

**Centro Universitario de la Ciénega**

Mtra. María Felicitas Parga Jiménez  
*Rectora*

Mtro. César Ernesto González Coronado  
*Secretario Académico*

Mtro. Guadalupe José Torres Santiago  
*Secretario Administrativo*

Mtro. Tadeo Eduardo Hubbe Contreras  
*Director de la División de Estudios Jurídicos y Sociales*

Dra. Ana Cecilia Morquecho Güitrón  
*Jefa del Departamento de Comunicación y Psicología*

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dr. José Narro Robles  
*Rector*

**Facultad de Psicología**

Dr. Javier Nieto Gutiérrez  
*Director de la Facultad*

Lic. Gabriel Vázquez Fernández  
*Secretaría General*

Dr. Juan José Sánchez Sosa  
*Coordinador del Programa de Doctorado*

Dedicado a Fernando Vázquez Pineda,  
*in memoriam*



# Estudios sobre comportamiento y aplicaciones

## *Volumen IV*

FELIPE CABRERA  
ÓSCAR ZAMORA  
HÉCTOR MARTÍNEZ  
PABLO COVARRUBIAS  
VLADIMIR ORDUÑA  
*(Editores)*



*Comité Científico*

Mtro. Josué A. Camacho Candía  
Dr. Pablo Covarrubias Salcido  
Dr. Héctor Martínez Sánchez  
Dr. Vladimir Óscar Orduña Trujillo  
Dr. Óscar Zamora Árevalo  
Dr. Felipe Cabrera González

*Dictaminación técnica*

Dr. Álvaro Torres Chávez (UNAM, México)  
Dr. Gustavo Bachá Méndez (UNAM, México)  
Dr. Vicente Pérez Fernández (UNED, España)  
Dr. François Tonneau (Universidade do Pará, Brasil)

*Revisión de Estilo*

Lic. Rosana Aline Moreno Muñetón (UNAM, México)

Financiado por Proyecto Conacyt: CB-2012/180443

Primera edición, 2015

D.R. © 2015, Universidad de Guadalajara  
Centro Universitario de la Ciénega  
Av. Universidad #1115, Lindavista  
47820 Ocotlán, Jalisco

D.R. © 2015, Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Psicología  
Avenida Universidad #3004, Copilco Universidad  
04510 Ciudad de México, D.F.

<http://www.seminariosinca.org>

**ISBN: 978-607-9371-55-5**

Impreso y hecho en México  
*Printed and made in Mexico*

# Contenido

Presentación . . . . .	7
I. Estructura del entorno social, adaptabilidad y dinámica . . . . .	15
<i>Alejandro Segura y Arturo Bouzas</i>	
II. Discriminanda, manipulanda, utilitanda: el concepto de soporte conductual de Edward C. Tolman revisitado . . . . .	29
<i>Felipe Cabrera, Ángel A. Jiménez y Pablo Covarrubias</i>	
III. Reforzamiento y estimación temporal: Mecanismos motivacionales y temporales de la discriminación . . . . .	61
<i>Oscar Zamora Arévalo y Mario Pérez Calzada</i>	
IV. Análisis de la adquisición y distribución de la carrera en un procedimiento de anorexia basada en actividad en ratas . . . . .	99
<i>Esmeralda Fuentes Verdugo, Patricia Sara Rick Rivera, Gabriela Eugenia López Tolsa Gómez, Pedro Vidal García y Ricardo Pellón Suárez de Puga</i>	
V. Control de la conducta por instrucciones negativas y retroalimentación . . . . .	117
<i>Jorge Agustín Cerda Nava y Héctor Martínez Sánchez</i>	
VI. Efectividad del reforzamiento inmediato en el aprendizaje de gramáticas artificiales. . . . .	151
<i>Ricardo Tamayo</i>	

VII. Diferencialidad entre objetos de estímulo y las funciones de respuesta en un programa para aprender a leer . . . . .	171
<i>Julio Varela y Américo Ríos</i>	
VIII. Aprendizaje de contenidos científicos: efecto de la modalidad del objeto referente . . . . .	195
<i>Juan José Irigoyen, Karla Fabiola Acuña y Miriam Yerith Jiménez</i>	
IX. Análisis de la conducta y educación especial: una relación fracturada .	225
<i>Josué Antonio Camacho Candia, Emanuel Meraz Meza, Abril Cortés Zúñiga y Felipe Cabrera</i>	
X. From Mind to Software: An Agent Cognitive Architecture for Visual Attention with Affective Evaluations and Expected Reward/Punishment . . . . .	251
<i>Jonathan Hernando-Rosales, Cynthia Ávila-Contreras, Daniel Madrigal y Félix Ramos</i>	

## Presentación

El volumen IV de Estudios sobre Comportamiento y Aplicaciones es una obra que se publica en el marco del V Seminario Internacional sobre Comportamiento y Aplicaciones (SINCA) y junto con él constituye una muestra de la vitalidad, ímpetu y compromiso con el que los investigadores y estudiosos de las ciencias del comportamiento comunican sus reflexiones y hallazgos más recientes a estudiantes y colegas. Este libro es producto del esfuerzo de académicos de diferentes universidades por continuar generando y sembrando el conocimiento a las nuevas generaciones, con la convicción de que se proseguirá la labor iniciada desde el primer SINCA, preservando el espíritu innovador con el que se ha originado este proyecto. Uno de sus principales objetivos es alentar la estrecha comunicación entre investigadores ya consolidados, con los jóvenes investigadores y estudiantes de los diferentes grados, ello con la intención de propiciar un intercambio académico, así como colaboraciones que fructifiquen en un creciente interés por avanzar en el estudio científico del comportamiento.

Ahora bien ¿qué encontrará el lector en este volumen? En primer lugar, hay que insistir en la continuidad con los volúmenes previos; es a partir de estos que se capitaliza todo el desarrollo teórico, metodológico e instrumental que constituye el contenido del presente volumen. Este aspecto implica que se cuenta con un referente común en la tarea desarrollada por cada autor, con lo que se actualizan y discuten los lineamientos teóricos, metodológicos e instrumentales del análisis de la conducta y sus aplicaciones, desde la correspondiente perspectiva disciplinaria.

Por este motivo, y convencidos que la diversidad es un factor necesario para el crecimiento científico, se presentan 10 capítulos con diferentes temáticas.

En el primer capítulo, Alejandro Segura y Arturo Bouzas identifican las dificultades existentes para abordar empíricamente variables referentes a la adaptación de los organismos en ambientes sociales. Concretamente, abordan el tema de la problemática que enfrentan los organismos en ambientes sociales, cuál es su estructura y cómo se ajustan a ella. Basados en que la relación entre conducta y ambiente es un proceso dinámico, identifican tres elementos que delimitan fenómenos de la interacción entre individuos. La simetría o asimetría de pagos obtenidos, costos y riesgos derivados de dichas interacciones y finalmente, el tipo de parentesco entre los individuos. Los autores argumentan que las definiciones de interacción social, como altruismo, cooperación, egoísmo, altruismo recíproco, etc., dejan fuera el elemento de la interdependencia de las acciones. Por ello proponen que para lograr avances en esta área será necesario comprender los cambios dinámicos en los entornos sociales.

El segundo capítulo (Felipe Cabrera, Ángel A. Jiménez y Pablo Covarrubias) describe la aportación de Edward Tolman con el concepto de 'soporte conductual', que se define según tres propiedades de los objetos que son relevantes para la conducta: una propiedad de susceptibilidad de ser diferenciado (discriminanda), de ser manipulado (manipulanda) y de ser utilizado para un fin (utilitanda). Los autores afirman que este concepto y sus propiedades están estrechamente relacionadas con premisas tanto de la psicología ecológica de James Gibson, como con el análisis experimental de la conducta. Por medio de tres experimentos con roedores ejemplifican que estas tres propiedades pueden ser susceptibles de análisis en procedimientos operantes.

En el tercer capítulo, Mario Pérez y Óscar Zamora abordan el tema del control temporal del comportamiento vinculado a mecanismos motivacionales. Utilizando una tarea de bisección temporal, Pérez y Zamora llevan a cabo una serie de experimentos que, con un detallado análisis cuantitativo de los datos, intentan probar si cambios en la magnitud y el valor de reforzador tienen un efecto en el control temporal

del comportamiento. Uno de sus hallazgos principales es que las diferentes magnitudes de reforzamiento afectan diferencialmente la discriminación y la generalización del control temporal de la conducta.

En el Capítulo 4, Esmeralda Fuentes, Patricia S. Rick, Gabriela E. López Tolsa, Pedro Vidal García y Ricardo Pellón presentan un procedimiento experimental para evaluar la anorexia basada en actividad (ABA) que consiste en limitar el acceso a la comida a un periodo corto de tiempo y dar acceso a una rueda de actividad durante el resto del día. Utilizando tres grupos de ratas: Actividad, Dieta y un Grupo Control, sus hallazgos sugieren que el patrón de la carrera está controlado por la entrega de la comida, resultando esta conducta comparable a otros patrones de conducta que se mantienen con condiciones de alimentación intermitente. Adicionalmente, reportan un efecto diferencial en el desarrollo de ciertos patrones asociados a la anorexia lo que permitió clasificar a los sujetos en vulnerables y resistentes.

En el quinto capítulo se aborda la temática del control instruccional, donde Jorge A. Nava y Héctor Martínez evalúan el control que se tiene sobre la ejecución en tareas de discriminación condicional el uso de instrucciones negativas (es decir, instrucciones que solamente especifican cuál conducta no debe emitirse, pero queda inespecífica cuál es la conducta que sí es apropiada) y su retroalimentación. Con participantes universitarios estudiaron si era posible que derivaran una respuesta correcta ante la presentación de instrucciones negativas, con la que habría omisión de respuestas y la posible facilitación de la respuesta alternativa correcta por parte de la retroalimentación. Los hallazgos del estudio tienen implicaciones para la comprensión de la conducta gobernada por reglas y aquella gobernada por contingencias.

Ricardo Tamayo, en el Capítulo 6, desarrolló una tarea en la que los participantes se exponían al aprendizaje de una gramática artificial, siguiendo reglas markovianas, en la cual los participantes producían activamente las secuencias de letras de la gramática, y no sólo eran expuestos pasivamente a observar y memorizar dichas secuencias como tradicionalmente, se había estudiado. Encontró que cuando ocurría el reforzamiento inmediato ante las respuestas activas de los participantes, además de obtener un elevado número de respuestas correctas, lo-

graron describir adecuadamente la estructura ambiental que subyace a la estructura de la gramática. Con estos hallazgos, resulta relevante el papel que juegan las consecuencias en el aprendizaje de lenguajes naturales.

En el Capítulo 7, desde una perspectiva interconductual, Julio Varela y Américo Ríos detallan algunos aspectos de un programa para aprender a leer, tomando como punto de partida dos conceptos centrales en la psicología: la diferencia apenas perceptible, y la saliencia del estímulo. Los autores remiten al método Kantor de enseñanza de lectura y escritura, en el que se consideran como parte importante las similitudes auditivas y visuales que se dan en el idioma español, señalando tres tipos de similitudes: morfológico-visual, acústico-auditivo, y articulatorio. Con este método se identifican algunos cuidados que deben tenerse para la enseñanza de las letras, por ejemplo, la secuencia de letras a aprender debe evitar que una letra que sigue a otra contenga alguna de estas similitudes. En trabajos previos, los autores han identificado 15 accidentes de letras en el idioma español, considerando además que tres tipos de interacción funcional demandan dichos accidentes; de omitir dichos accidentes se puede incurrir a ciertos problemas para el aprendizaje de la escritura, errores de lectura y ortográficos. Con una evaluación realizada en dos escuelas de formación preescolar, los autores respaldan gran parte de la propuesta.

En el Capítulo 8, Juan José Irigoyen, Karla Fabiola Acuña y Miriam Yerith Jiménez se plantean como objetivo evaluar el efecto de diferentes modalidades del objeto-referente, la modalidad lingüística implicada y el tipo de tarea en el aprendizaje de contenidos científicos en estudiantes universitarios, utilizando como material lecturas de divulgación científica. Observaron que los textos ilustrados con video, por encima de textos solamente o textos con gráficos, tuvieron efectos notoriamente positivos para algunos modos lingüísticos, tanto en escribir como en relacionar conceptos. Este resultado tiene implicaciones para el diseño de materiales de estudio, las formas de mediación por parte del profesor y en las llamadas Tecnologías de la Información y Comunicación.

En el noveno capítulo, Josué A. Camacho, Emanuel Meraz, Abril Cortés y Felipe Cabrera, después de presentar una revisión de las apor-

taciones del Análisis Conductual Aplicado (ACA) al campo de la Educación Especial (EE), los autores describen una perspectiva crítica de la relación que actualmente tienen estas dos áreas. A pesar de los resultados exitosos del análisis conductual aplicado en la educación especial y del desarrollo de técnicas que potencialmente aún pueden derivarse, la relación entre el ACA y la EE se ha debilitado debido, entre otros factores, a cambios en las políticas y regulaciones oficiales, diferentes modelos impuestos por moda más que por fundamentos sólidos y a la sobresimplificación con el que se han tomado los principios conductuales, teniendo con ello imprecisiones en sus aplicaciones. Todo ello ha llevado a una fractura que puede enmendarse siguiendo una perspectiva multidisciplinar y basada en evidencia científica.

Finalmente en el Capítulo 10, desde una aproximación alternativa, con la cual se puede enriquecer tanto la discusión teórica como el desarrollo de herramientas computacionales que modelen la interacción del organismo en su ambiente, los autores Cynthia Ávila-Contreras, Jonathan Hernando-Rosales, Daniel Madrigal y Félix Ramos presentan el capítulo concerniente a “de la mente al software” (From mind to software: An agent cognitive architecture for visual attention with affective evaluations) en que se describe un estudio de caso en el que se implementa su modelo en un escenario virtual 3D. Para ello interviene la interacción entre tres funciones cognitivas: la visión, la atención y la emoción, aunque con la finalidad principal de observar cómo las evaluaciones afectivas influyen la selección en la atención.

No menos importante de señalar es el ejercicio de análisis, reflexión, experimentación y evaluación que cada autor realizó en torno al análisis de la conducta, sus aplicaciones y sus interconexiones teóricas y metodológicas. Con ello se invita al lector a reflexionar sobre las ventajas y limitaciones que tiene la investigación, la utilidad y aplicación del análisis de la conducta en las diferentes temáticas a abordar. El presente volumen se convierte en un ejercicio individual y colectivo para evaluar y valorar nuevos desarrollos y posibilidades para el análisis de la conducta.

Se agradece a todos los autores y revisores su entusiasta apoyo y su gran disponibilidad para compartir hallazgos y dedicar tiempo a la

escritura y revisión de los capítulos que ciertamente, sin sus aportes, hubiera sido imposible de realizar, ya que siempre será en beneficio del estudiante interesado en tomar parte activa en el avance del estudio científico de la conducta. A todos ellos nuestro reconocimiento por el apoyo y su participación.

Por último, queremos señalar y agradecer el apoyo recibido por el Dr. Juan José Sánchez Sosa, Coordinador del Posgrado en Psicología de la UNAM, por las facilidades y las gestiones realizadas para llevar a buen puerto la realización del V Seminario Internacional de Comportamiento y sus Aplicaciones, así como la culminación de este IV Volumen.

*Los editores*  
Ciudad Universitaria,  
UNAM a 9 de noviembre de 2015.

# I

## Estructura del entorno social, adaptabilidad y dinámica<sup>1</sup>

*Alejandro Segura y Arturo Bouzas*<sup>2</sup>

Universidad Nacional Autónoma de México

### Resumen

La dificultad para modelar en ambientes de laboratorio la estructura que define a los entornos sociales (e.g., interdependencia y simetría o no en los pagos obtenidos) y el énfasis en delimitar el dominio empírico sólo en uno de sus elementos, ha hecho que la comprensión de estrategias conductuales cooperativas, altruistas y competitivas sea incompleta (Segura y Bouzas, 2013). Los hallazgos en ambientes controlados sugieren equilibrios cooperativos inestables, altas tasas de descuento temporal y probabilístico y problemas para replicar los patrones de comportamiento que emergen en estas situaciones (Stephens, McLinn y Stevens, 2002). Estos hallazgos cuestionan la validez de los protocolos más empleados para su estudio (e.g., solución de problemas cooperati-

- 
1. El primer autor agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento otorgado durante su Estancia Postdoctoral. N° Becario 20735. Correspondencia: Alejandro Segura [alejandrosegurab@gmail.com](mailto:alejandrosegurab@gmail.com).
  2. Este trabajo fue financiado por el proyecto 104396 de CONACYT.

vos) y no permiten señalar con certeza que el ajuste conductual observado sea el producto de la sensibilidad de los individuos a este tipo de restricciones (Noë, 2006).

En este escrito se discuten estas dificultades en torno a tres elementos: el problema de adaptación que deben enfrentar los organismos, la estructura del entorno social que lo delimita y las estrategias conductuales que emergen ante estas restricciones. La unificación e integración en el área sólo será posible cuando estos elementos guíen la forma de abordar empíricamente su estudio.

*Palabras Clave:* Estructura del entorno social, Problema de adaptación, Patrones de actividad, Estrategias cooperativas y altruistas.

### **Abstract**

The difficulty to model the structure that characterizes social environments (e.g., interdependence and symmetry or the lack of it in payments) in laboratory settings and the emphasis on defining the empirical domain only in terms of one of its elements, has made the understanding of cooperative, altruistic and competitive behavioral strategies incomplete (Segura & Bouzas, 2013). Findings in controlled environments suggest unstable cooperative equilibria, high rates of temporal and probabilistic discounting and problems to reproduce the behavioral patterns that usually emerge in social situations (Stephens, McLinn & Stevens, 2002). These findings question the validity of the most commonly used protocols (e.g., cooperative problem solving) and do not allow to safely say that the observed behavioral adjustment is the product of the individuals' sensitivity to such restrictions (Noë, 2006).

In this paper, these difficulties are discussed around three elements: the adaptation problem organisms must face, the structure of the social environment that circumscribes it, and the behavioral strategies that emerge in the face of these restrictions. Unification and integration in the area will only be possible when these elements guide the manner in which its study is empirically approached.

*Key words:* Structure of the social environment, Adaptation problem, Activity patterns, Cooperative and altruistic strategies.

La conducta social fue un área de particular interés para los naturalistas, quienes inicialmente estaban interesados en observar y comprender la conducta de los organismos en contextos sociales y en cómo los individuos formaban grupos y coaliciones siguiendo estrategias cooperativas y altruistas (Dimond, 1970).

Desde una perspectiva evolucionista la explicación de estas estrategias conductuales no ha sido una tarea sencilla ¿cuál es el beneficio obtenido por los individuos que las presentan, qué implicaciones generan para su supervivencia y reproducción? Aun hoy, se discute si Darwin (1859, 1871) esbozó algún mecanismo de selección de grupo para su explicación (para una discusión ver Dugatkin, 1997; Marechal, 2009; Wilson y Sober, 1994). Sin embargo, la búsqueda de explicaciones y el estudio sistemático de la cooperación y el altruismo realmente tiene su origen hasta la tercera década del siglo XX con la teoría de selección de grupo propuesta por Wright (1932) y los estudios desarrollados por Crawford (1937) sobre cooperación en primates, en los que surge el primer protocolo para su estudio (Paradigma de Solución de Problemas Cooperativos). Será también Wright (1945), casi tres lustros después, quien proponga el primer modelo matemático de selección de grupo.

Producto de la controversia sobre la unidad de selección –individuo vs grupo- (ver Lewontin, 1970) el área tendría su mayor revolución teórica durante los 60's y 70's, por parte de un pequeño y activo grupo de biólogos interesados en explicar en términos de soluciones óptimas individuales las estrategias cooperativas y altruistas, integrándolas a la teoría de selección natural, entre ellos, Robert Trivers, William Hamilton, George Williams, Edward Wilson y John Maynard-Smith. Las ideas propuestas por este grupo reactivaron el área y dieron lugar a que diversas disciplinas se interesaran por su estudio y explicación, entre ellas, la etología, la biología evolucionista, la ecología conductual, el análisis de la conducta y la economía (Drea y Carter, 2009; Dugatkin, 1997; Noë, 2006).

Esta convergencia generó un periodo de creciente investigación en el área y propició el desarrollo de diversas teorías para explicar la cooperación y el altruismo. Sin embargo, cada disciplina enfatizó en uno o varios mecanismos (e.g., empatía, reciprocidad, parentesco, descuento social), delimitando así su dominio empírico y clasificando los fenómenos estudiados. Desafortunadamente esta estrategia facilitó que las clasificaciones y los términos derivados de ellas pudieran solaparse obstaculizando el intercambio de ideas y dando la sensación de ser un área carente de integración (Noë, 2006; West, Griffin y Gardner, 2007).

El propósito de este escrito es identificar las dificultades que caracterizan al área en el contexto de los elementos que permitirían una mayor organización e integración al abordar empíricamente su estudio; es decir, cuál es el problema de adaptación que los organismos deben enfrentar en ambientes sociales, cuál es la estructura que lo delimita y cómo los organismos se ajustan a ella.

### **Adaptabilidad, Dinámica y Ajuste**

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

Cuando el problema de adaptación no confronta a dos o más organismos en términos de espacio y tiempo y/o en disponibilidad de recursos, las soluciones que observamos surgen como ajustes independientes de otros individuos. Por ejemplo la ardilla gris norteamericana (*Sciurus carolinensis*) discrimina bellotas y nueces de otras semillas y frutos no comestibles, se sobrealimenta en primavera y verano, dispersando las semillas y en consecuencia reforesta así su entorno; también, acumula frutos secos en árboles y madrigueras durante el otoño para posteriormente identificarlos y sobrevivir el invierno (Goheen y Swihart, 2003).

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

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

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

### **Estructura del Entorno y delimitación del Dominio Empírico**

Tres elementos han sido empleados para definir y delimitar los fenómenos que subyacen a la interacción entre dos o más individuos: a) la simetría o no en los pagos obtenidos, b) los costos y riesgos derivados de este tipo de interacciones, y c) el tipo de relación (parentesco) entre los actores implicados. Por ejemplo, interacciones que involucran a dos o más organismos actuando conjuntamente para la obtención de un bien común han sido definidas como cooperación, o mutualismo cuando implican a individuos de especies diferentes (Brosnan y de Waal, 2002;

Busse, 1978; Krebs y Davis, 1993). Definiciones más estrictas resaltan la importancia de los beneficios obtenidos por los actores en términos de eficacia biológica indirecta (Hamilton, 1964). Altruismo, egoísmo y altruismo recíproco son algunas de las variantes propuestas cuando no hay relación directa entre los actores y/o asimetría en los pagos obtenidos (Rutte y Taborsky, 2008; Trivers, 1971). Por ejemplo, altruismo, hace referencia a comportamientos donde el beneficio del receptor genera un costo económico o en eficacia biológica para el actor (Hamilton, 1964; Rachlin y Locey, 2011); iteraciones de la anterior serían instancias de egoísmo cuando los receptores no alternan su comportamiento (i.e., tramposos) (Trivers, 1985), o de altruismo recíproco, cuando la alternancia se establece como una estrategia evolutivamente estable (Axelrod y Hamilton, 1981; Maynard Smith, 1982) (para una revisión ver West, Griffin y Gardner, 2007).

Es importante señalar que las anteriores definiciones tienen como elemento en común las ganancias pero ninguna integra un elemento primordial que caracteriza a este tipo de entornos: la interdependencia de acciones. Así, la estructura del entorno social surge como incompleta si no se identifica el patrón de actividades que emerge cuando el acceso a las consecuencias, producto del comportamiento individual, es mediado por la conducta de otros individuos.

Más allá de clasificar y delimitar los fenómenos (e.g., cooperación) y centrar su estudio en unas pocas especies con estructuras sociales complejas (especismo), la integración en el área será posible cuando se atiende a la estructura del entorno social y se identifique el problema de adaptación y las estrategias conductuales implicadas en su solución.

### **El Problema de las Tradiciones: Especismo**

Observaciones en contextos naturales han permitido identificar patrones de coordinación y colaboración primordialmente en primates, leones y mamíferos marinos (Busse, 1978; Rossbach, 1999; Scheel y Packer, 1991). Estas observaciones probablemente han impulsado la hipótesis de que este tipo de comportamientos son ajustes conductuales

a entornos con estructuras sociales complejas (ver Melis, Hare y Tomasello, 2006; Shettleworth, 2010) y han orientado, por más de 70 años, la investigación en unas pocas especies con alto grado de encefalización e inteligencia social (Drea y Carter, 2009). Por ejemplo, en primates no humanos (C. Boesch y H. Boesch, 1989; Busse, 1978), cetáceos (Connor y Norris, 1982; Rossbach, 1999) y en menor proporción elefantes (Plotnik, Lair, Suphachoksakun y de Waal, 2011), carnívoros sociales (Scheel y Packer, 1991), aves (Hollén, Bell y Radford, 2008; Seed, Clayton y Emery, 2008) y quirópteros (Wilkinson, 1984) (para una discusión ver Drea, 2006; Drea y Carter, 2009).

Por obvias razones, los estudios en estas especies generalmente se realizan en contextos naturales, en parques y reservas naturales o en centros de rehabilitación silvestre, lo que dificulta el estudio sistemático de la conducta objetivo y el desarrollo de protocolos experimentales que minimicen las posibles fuentes de error. Es probable que estas dificultades hayan impulsado el uso del Dilema del Prisionero Iterado y la Solución de Problemas Cooperativos como los paradigmas fundamentales para su estudio.

Sin embargo la implementación de estos paradigmas no ha estado exenta de dificultades: algunas veces los sujetos son ineficientes para desarrollar la tarea, el número de sesiones de entrenamiento y moldeamiento es muy extenso (Crawford, 1937), se restringe la interacción entre los individuos y la conducta objetivo (e.g., halar una cuerda o presionar un botón), imposibilitando observar la secuencia de acciones que derivan en estrategias cooperativas o altruistas. Los ensayos son discretos y no se confronta a los individuos a elegir entre opciones cooperativas e individuales. Las estrategias conductuales emergen muy lentamente y difícilmente se observa preferencia por el trabajo en equipo. Desafortunadamente, estos hallazgos suelen atribuirse -tradicionalmente- a habilidades y demandas cognitivas muy altas (Stevens y Hauser, 2004), o cuando se observa preferencia por el trabajo conjunto, ésta suele ser explicada como producto de la coacción azarosa o coordinación deliberada entre los individuos (ver Drea y Carter, 2009; Plotnik et al., 2011).

Sin embargo, la inconsistencia en los resultados puede ser producto de que los sujetos simplemente no se ajustan a las restricciones porque:

a) el problema de adaptación y/o la estructura del entorno no son correctamente representados por el protocolo experimental empleado; b) el problema no es realmente un problema de adaptación para la especie estudiada; o c) las restricciones de la tarea imposibilita que emerja el patrón de actividades que implica el trabajo en conjunto. Seguir atribuyendo las dificultades para modelar comportamientos altruistas y cooperativos a la carencia de habilidades cognitivas “avanzadas” en la especie estudiada no tiene mucho sentido. Más aún, si esto lleva a desatender a la estructura de los entornos que generan estas formas de interacción (Segura y Bouzas, 2013).

**El Reto: Comprender la Dinámica de Ajuste (momento a momento) como una función de la Estructura Social**

La dinámica entre la conducta individual y el ajuste a restricciones interdependientes (i.e., entornos en donde la conducta de otros individuos media las restricciones) deriva en patrones de comportamientos compuestos por actividades similares, sincrónicas, coordinadas y complementarias. En condiciones naturales el ajuste de la conducta individual a restricciones sociales se ha observado en entornos de forrajeo, selección de pareja, evitación de predadores, defensa del territorio y cuidado parental (Lopuch y Popik, 2011).

Por ejemplo, la alimentación cooperativa en delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*) ha sido documentada por Rossbach (1999) como un episodio que inicia con el nado rápido y en línea recta de todos los individuos del grupo, ubicándose de frente uno al lado del otro. El individuo al final de la línea nada más rápido trazando un amplio círculo, al tiempo que los demás hacen una formación circular concentrando a los peces en el centro. Posteriormente, alternan entre inmersiones y salidas a la superficie de forma sincrónica, alimentándose de los peces que saltan a la superficie.

La distribución de actividades, sincrónicas, coordinadas y complementarias en el tiempo y el espacio le permite a esta especie de cetáceos aumentar la probabilidad de éxito en la obtención de alimento, mini-

mizar los riesgos asociados a la caza individual y ampliar la cohesión de grupo, haciendo que este tipo de episodios sean más probables en el futuro (Rossbach, 1999) y posibilitando el desarrollo de relaciones sociales complejas y sistemas de comunicación (Connor y Norris, 1982).

Estos niveles de organización conductual inicialmente identificados en el contexto de la caza cooperativa, describen los grados de ajuste espacio-temporal entre las actividades; desde la simple similitud de actos (similaridad), a acciones ejecutadas al unísono (sincronía), el ajuste de posición y velocidad en espacio y tiempo (coordinación), hasta actos complementarios realizados en el mismo espacio y tiempo (colaboración) (C. Boesch y H. Boesch, 1989; Drea y Carter, 2009).

En contraste a los problemas señalados (e.g., énfasis en clasificar los fenómenos, concentrar los estudios en pocas especies, etc.) y siguiendo la fuerte tradición empírica que ha enmarcado el área, en la última década se han multiplicado los intentos por replicar en diversas especies las estrategias conductuales que emergen en los entornos sociales; entre ellas, hienas (*Crocuta crocuta*) (Drea y Carter, 2009), ratas (*Rattus norvegicus*) (Rutte y Taborsky, 2008; Schuster y Perelberg, 2004; Segura y Bouzas, 2013; Segura y Clavijo, 2010; Segura y Gutiérrez, 2006), arrendajos azules (*Cyanocitta cristata*) (Clements y Stephens, 1995; Stephens, McLinn y Stevens, 2002) cuervos (*Corvus frugilegus*) (Seed et al., 2008) y humanos (Brown y Rachlin, 1999; Locey, Safin y Rachlin, 2013).

Además de la inclusión de otras especies, nuevos protocolos se están evaluando con el fin de permitir la interacción interindividual, facilitando así la observación, distinción y cuantificación de las actividades que emergen producto de las restricciones impuestas (Seed et al., 2008; Segura y Bouzas, 2013, 2014; Segura y Gutiérrez, 2006). Similar a los hallazgos en primates (ver Chalmeau, 1994) se ha encontrado que la emergencia de actividades sincrónicas y coordinadas en el laboratorio es un proceso dinámico (Segura y Bouzas, 2013, 2014; Segura y Clavijo, 2010; Segura y Gutiérrez, 2006) que la probabilidad de éxito en el trabajo conjunto aumenta con la experiencia y como resultado los sujetos deben ser sensibles a consecuencias poco probables y demoradas (Locey, Jones y Rachlin, 2013; Rachlin, 2000; Stevens y Hauser, 2004).

El avance en el área será posible cuando comprendamos los cambios momento a momento (e.i., dinámica de ajuste) como una función de todas las variables que constituyen a los entornos sociales (e.i., estructura). El reto para los investigadores consiste en modelar todas las estrategias conductuales que adoptan los organismos en estos entornos, desarrollando nuevos protocolos experimentales o modificando los ya existentes (e.g., dilema del prisionero). La tarea no es nada sencilla, aunque sí muy necesaria para representar y estudiar de forma sistemática la naturaleza de la interacción social en ambientes controlados.

En contraste, seguir estudiando la “cooperación o el altruismo” como fenómenos aislados, con base en definiciones que se solapan entre sí, haciendo énfasis en algunos de los elementos que constituyen el entorno social y olvidando el problema de adaptación del cual derivan; conducirá, sin lugar a dudas, a la producción de un gran número de estudios carentes de integración y obedecerá a problemas particulares de cada una de las disciplinas interesadas en su comprensión.

Han transcurrido 50 años desde la revolución teórica que impulsó el área y que derivó en múltiples esfuerzos por comprender la cooperación y el altruismo. Se entendieron estos fenómenos como soluciones óptimas individuales producto de restricciones con pagos interdependientes. Sin embargo, desconocemos por completo cómo los mecanismos de aprendizaje pueden generar estas soluciones (ver Stevens y Hauser, 2004). Para lograrlo necesitamos comprender cómo emergen las estrategias conductuales asociadas a los entornos sociales, cuánto tiempo les toma a los sujetos ajustarse a restricciones interdependientes y cómo distribuyen su comportamiento cuando compiten entornos sociales e individuales.

### Referencias

- Axelrod, R. y Hamilton, W. (1981). The Evolution of Cooperation. *Science*, 211, 1390-1396.
- Boesch, C. y Boesch, H. (1989). Hunting behavior of wild chimpanzees in the Tai National Park. *American Journal of Physical Anthropology*, 78, 547-573.

- Bouzas, A. (2009). Introducción al comportamiento adaptable. Manuscrito no publicado. Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Bouzas, A. (2010). Teoría de juegos. Manuscrito no publicado. Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Brosnan, S. y de Waal, F. (2002). A proximate perspective on reciprocal altruism. *Human Nature*, 13, 129-152.
- Brown, J. y Rachlin, H. (1999). Self-control and social cooperation. *Behavioural Processes*, 47, 65-72.
- Busse, C. (1978). Do chimpanzees hunt cooperatively? *The American Naturalist*, 112, 767-770.
- Chalmeau, R. (1994). Do chimpanzees cooperate in a learning task? *Primates*, 35, 385-392.
- Clements, K. y Stephens, D. (1995). Testing models of non-kin cooperation: mutualism and the prisoner's dilemma. *Animal Behaviour*, 50, 527-535.
- Connor, R. y Norris, K. (1982). Are Dolphins Reciprocal Altruists? *The American Naturalist*, 119, 358-374.
- Crawford, M. (1937). The cooperative solving of problems by young chimpanzees. *Comparative Psychology Monographs*, 14, 1-88.
- Darwin, C. (1859). *On the origin of species by means of natural selection*. London: Murray.
- Darwin, C. (1871). *The descent of man, and selection in relation to sex*. London: Murray.
- Dimond, S. (1970). *The social behavior of animals*. New York: Harper & Row.
- Drea, C. M. (2006). Studying primate learning in group contexts: tests of social foraging, response to novelty, and cooperative problem solving. *Methods*, 38, 162-177.
- Drea, C. y Carter, A. (2009). Cooperative problem solving in a social carnivore. *Animal Behaviour*, 78, 967-977.
- Dugatkin, L. A. (1997). *Cooperation among animals: An evolutionary perspective*. Oxford: University Press.
- Goheen, J. y Swihart, R. (2003). Food-hoarding behavior of gray squirrels and North American red squirrels in the central hardwoods region: Implications for forest regeneration. *Canadian Journal of Zoology*, 81, 1636-1639.
- Hamilton, W. (1964). The genetical evolution of social behaviour. *Journal of Theoretical Biology*, 7, 1-52.
- Hollén, L., Bell, M. y Radford, A. (2008). Cooperative sentinel calling? Foragers gain increased biomass intake. *Current Biology*, 18, 576-579.

- Krebs, J. R. y Davies, N. B. (1993). *An introduction to behavioural ecology*. London: Blackwell.
- Lewontin, R. (1970). The units of selection. *Annual Review of Ecology and Systematics*, *1*, 1-18.
- Locey, M., Jones, B. y Rachlin, H. (2013). Self-control and altruism. In G.J. Madden., W.V. Duve., T.D., Hackenberg, G.P., Hanley y K.A. Lattal (Eds.), *APA handbook of behavior analysis: Vol. 1. Methods and principles*. Washington DC: APA Books. pp. 463–481.
- Locey, M., Safin, V. y Rachlin, H. (2013). Social discounting and the prisoner's dilemma game. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *99*, 85–97.
- Lopuch, S. y Popik, P. (2011). Cooperative behavior of laboratory rats (*Rattus norvegicus*) in an instrumental task. *Journal of Comparative Psychology*, *125*, 250-253.
- Marechal, P. (2009). Selección de grupo y altruismo: el origen del debate. *Scientiae Studia*, *7*, 447-459.
- Maynard-Smith, J. (1982). *Evolution and the theory of games*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Melis, A., Hare, B. y Tomasello, M. (2006). Engineering cooperation in chimpanzees: tolerance constraints on cooperation. *Animal Behaviour*, *72*, 275–286.
- Noë, R. (2006). Cooperation experiments: coordination through communication versus acting apart together. *Animal Behaviour*, *71*, 1-18.
- Plotnik, J., Lair, R., Suphachoksakun, W., y de Waal, F. (2011). Elephants know when they need a helping trunk in a cooperative task. *PNAS*, *108*, 5116–5121.
- Rachlin, H. (2000). *The science of self-control*. Cambridge, MA: Harvard University.
- Rachlin, H. y Locey, M. (2011). A behavioral analysis of altruism. *Behavioural Processes*, *87*, 25–33.
- Rossbach, K. (1999). Cooperative feeding among bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) near Grand Bahama Island, Bahamas. *Aquatic Mammals*, *25*, 163–167.
- Rutte, C. y Taborsky, M. (2008). The influence of social experience on cooperative behavior. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *62*, 499-505.
- Scheel, D. y Packer, C. (1991). Group hunting behaviour of lions: A search for cooperation. *Animal Behaviour*, *41*, 697–709.
- Seed, A., Clayton, N. y Emery, N. (2008). Cooperative problem solving in rooks (*Corvus frugilegus*). *Proc. R. Soc. B*, *275*, 1421–1429.

- Schuster, R. y Perelberg, A. (2004). Why cooperate? An economic perspective is not enough. *Behavioural Processes*, 66, 261-267.
- Segura, A. y Gutiérrez, G. (2006). Cooperación en ratas: efectos de la experiencia temprana. *Revista Interamericana de Psicología*, 40, 241-252.
- Segura, A. y Clavijo, A. (2010). *Conductas cooperativas, altruistas y de competencia: formas de interacción social que emergen bajo exposición a diferentes relaciones de contingencia*. (Tesis inédita de Maestría). Universidad Nacional de Colombia: Bogotá D.C.
- Segura, A. y Bouzas, A. (2013). Coordinación en ratas: ajuste de restricciones interdependientes. *Revista Colombiana de Psicología*, 22, 321-331.
- Segura, A. y Bouzas, A. (2014). *Distribución del comportamiento en entornos con pagos interdependientes*. (Tesis inédita de Doctorado). Universidad Nacional Autónoma de México: México, D.F.
- Shettleworth, S. (2010). *Cognition, Evolution, and Behavior*. New York: Oxford.
- Staddon, J. (2001). *Adaptive dynamics: the theoretical analysis of behavior*. Cambridge, MA: MIT/Bradford.
- Stephens, D., McLinn, C. y Stevens, J. (2002). Discounting and reciprocity in an iterated prisoner's dilemma. *Science*, 298, 2216-2218.
- Stevens, J. y Hauser, M. (2004). Why be nice? Psychological constraints on the evolution of cooperation. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 60-65.
- Trivers, R. (1971). The evolution of reciprocal altruism. *Quarterly Review of Biology*, 46, 35-57.
- Trivers, R. (1985). *Social Evolution*. California: Benjamin/Cummings.
- West, S., Griffin, A. y Gardner, A. (2007). Social semantics: altruism, cooperation, mutualism, strong reciprocity and group selection. *Journal of Evolutionary Biology*, 20, 415-432.
- Wilkinson, G. H. (1984). Reciprocal food sharing in the vampire bat. *Nature*, 308, 181-184.
- Wilson, D. S. y Sober, E. (1994). Reintroducing group selection to the human behavioral sciences. *Behavioral and Brain Sciences*, 17, 585-654.
- Wright, S. (1932). The roles of mutation, inbreeding, crossbreeding and selection in evolution. In: W. Provine (Ed). *Evolution: selected papers*. Chicago: Chicago University Press. pp. 356-366.
- Wright, S. (1945) Tempo and mode in evolution: a critical review. *Ecology*, 26, 415-419.



## II

# Discriminanda, manipulanda, utilitanda: el concepto de soporte conductual de Edward C. Tolman revisitado<sup>1</sup>

*Felipe Cabrera<sup>2</sup>, Ángel A. Jiménez<sup>3</sup> y Pablo Covarrubias*

Centro de Investigación en Conducta y Cognición Comparada,  
Universidad de Guadalajara, Cuciénega

### Resumen

En este capítulo se analiza, desde una aproximación ecológica, el concepto de *soporte conductual* (SC) propuesto por Edward C. Tolman. En él se considera significativa la correspondencia entre el SC y el concepto ecológico de *posibilitador de acción* (*affordance*) acuñado por James J. Gibson. Tal correspondencia puede contribuir al análisis experimental de la conducta en lo concerniente a su interés por las propiedades de los estímulos que determinan ciertos patrones conductuales. La afinidad

- 
1. Los autores agradecen a Denisse Ochoa, Priscila Carrillo y Saul Rubio su importante colaboración en la realización de algunos de los experimentos aquí reportados.
  2. Agradece el apoyo del Proyecto CONACYT Núm. 180443 con el cual se pudo realizar gran parte de este documento.
  3. Agradece el apoyo de la beca Fulbright-García Robles 2015 con el cual se llevó a cabo el Experimento 2 de este documento, cuyos datos forman parte de un experimento piloto.

entre las propuestas conductuales y ecológicas se materializan en tres propiedades que todo objeto posee, y que Tolman define como relevantes para la conducta: *discriminanda*, *manipulanda* y *utilitanda*. Dichas propiedades recobran importancia dados los alcances conceptuales y tecnológicos que potencialmente tienen en las ciencias de la conducta.

*Palabras clave:* soporte conductual, discriminanda, manipulanda, utilitanda, Tolman.

### **Abstract**

This chapter analyzes the Edward C. Tolman's concept of *behavioral support* (BS) from an ecological approach. It takes into account the correspondence between BS and the ecological concept of *affordances* coined by James J. Gibson. Some advances in the experimental analysis of behavior have focused on the properties of stimuli that determine behavioral patterns. The well-matched behavioral and ecological approaches are crystallized in the three properties of the objects that Tolman defined as meaningful for behavior: *Discriminanda*, *manipulanda*, and *utilitanda*. These properties acquire new significance for a wide conceptual and technological scope in behavioral sciences.

*Keywords:* Affordance, discriminanda, manipulanda, utilitanda, Tolman.

Aunque la obra de Edward C. Tolman constituye un referente obligado entre las teorías del aprendizaje, su obra es tan vasta que algunos tópicos son poco conocidos y hasta controvertidos (ver Amundson, 1983; Smith, 1986). Un antecedente que igualmente suele pasar desapercibido para la mayoría de los textos, es que en la formación académica de Tolman, durante su doctorado en Harvard (1911 - 1915) fue discípulo de los neorrealistas Ralph B. Perry y de Edwin B. Holt, siendo éste último también mentor de James J. Gibson durante su estancia como profesor en Princeton (1926-1936). Esta raíz formativa que comparan James Gibson y Edward Tolman permite indagar en similitudes y

contrastes, principalmente por el principio conductual neorrealista que subyace en gran parte de sus respectivos sistemas teóricos (Heft, 2011).

En el presente escrito no abundaremos en la evolución del sistema teórico propuesto por cada uno de estos autores ni en sus raíces filosóficas, sino que nos centraremos en la actualidad de un concepto fundamental, pero escasamente revisado en el sistema teórico de Tolman, que guarda gran afinidad con la aproximación ecológica de Gibson, y pretendemos que puede ser de particular interés para el análisis experimental de la conducta (AEC); se trata del concepto de *soporte conductual*.

Tolman (1932) define los soportes conductuales como aquellos “*aspectos en el ambiente que son necesarios para que las conductas puedan llevarse a cabo sin interrupción... Son aspectos discriminables, manipulables y utilizables<sup>4</sup> del ambiente que permiten que aquellas acciones específicas que las requieren puedan ser completadas*” (p. 439).

Skinner (1938) alude al concepto de soporte conductual de Tolman al justificar el uso de la palanca como un posibilitador instrumental apropiado para registrar conducta operante; el organismo debe identificar la palanca como un estímulo que ofrece un soporte conductual para realizar los movimientos pertinentes para oprimirla. Aunque la describe como un estímulo discriminativo visual (palanca visual) que a través de una cadena de estímulos discriminativos ( $E^D$ ) y respuestas ( $R$ ) deriva en la presión de la palanca ( $E^D$ : palanca visual ·  $R$ : levantarse en dos patas -->  $E^D$ : palanca táctil ·  $R$ : presión de palanca...), la primera detección de la palanca como  $E^D$  está caracterizada como la identificación de ésta como un soporte y posibilitador de apoyarse sobre ella, por ende, de presionarla. Justo aquí es que Skinner hace alusión al soporte conductual de Tolman.

También en situaciones experimentales de conducta respondiente<sup>5</sup> se ha formulado la pertinencia de este concepto, al menos implíci-

---

4. Originalmente, Tolman (1932) utiliza la expresión “means-end relations” y en ocasiones “direction-distance”. El término ‘utilizable’ (*utilitanda* como se verá más adelante) lo acuña posteriormente en Tolman y Brunswik (1935).

5. Es de notar que para Skinner (1938), por la nomenclatura utilizada, el soporte conductual que ofrece visualmente la palanca para la respuesta de presionarla es una relación compuesta

tamente, para analizar ciertos aspectos de la conducta condicionada, como la topografía dependiente del soporte que permite un estímulo condicionado (Blanchard, Fukunaga y Blanchard, 1976; Fanselow, 1994); particularmente Holland (1984) ha recurrido a la noción de ‘soporte conductual’ como una alternativa teórica para plantear que quizá la ocurrencia de componentes particulares de un reflejo (respuesta condicionada, RC) dependan de la presencia de soportes conductuales específicos del estímulo (estímulo condicionado, EC), justo al momento en el que la respuesta es evocada: “*Cambiar la naturaleza del EC pudiera cambiar la naturaleza del soporte conductual, y por lo tanto alterar la forma de la conducta condicionada*” (Holland, 1984, p. 145).

Los aspectos de un objeto que lo hacen relevante para ciertas conductas, como el ser un objeto alimenticio *comestible* y *masticable*, un lápiz o una pinza *asible* con la mano, una barrera *trepable* con las extremidades, etc., son ejemplos de soportes conductuales. Además de ello, y de manera recíproca, los objetos adquieren su función de soportes conductuales no por sus propiedades intrínsecas, sino por la relación que estas propiedades guardan con las características estructurales y conductuales (habilidades) del organismo con el que se establece la interacción. Es notoria la similitud que el concepto de soporte conductual guarda con el concepto de *posibilitador de acción* (en inglés *affordance*) acuñado por James Gibson (1979), ya que ambos aluden a un significado conductual de los estímulos que puede ser percibido directamente, de modo que en ocasiones pueden ser utilizados como idénticos salvo algunos aspectos sutiles (Ríos-Checa, Quevedo, Ramírez, Llanos y Jiménez, 2010; Tonneau, Kim-Abreu y Cabrera, 2004).

No obstante la gran similitud entre ambos conceptos, Tolman distingue explícitamente tres propiedades que todo objeto, en tanto soporte conductual, posee.

La primera propiedad está definida por las características de un objeto que lo hacen diferenciable de otros objetos y que el organismo puede identificar sensorialmente. Por ejemplo, el color, la forma, el ta-

---

de operante y respondiente.

maño, contraste, etc., son aspectos que todo objeto posee y que posibilita su diferenciación respecto a otros objetos. A esta propiedad del soporte conductual Tolman la llamó *discriminanda* por ser un aspecto susceptible de ser diferenciado. Para ello deben considerarse, además de las posibilidades diferenciables del ambiente, las capacidades discriminatorias del organismo, por ejemplo la agudeza visual, capacidad de visión cromática o acromática, o la diferenciación de contrastes luminosos (Ginsburg y Hendee, 1997). Explícitamente, Tolman (1933) propone el concepto *discriminanda* para substituir al “indeseable e innecesario concepto subjetivo y mentalista de *sensación*” (p. 81), pues la propiedad *discriminanda* de los objetos se encuentra en el ambiente y no en el organismo (Tolman, 1933).

Una segunda propiedad de los soportes conductuales es su susceptibilidad de ser manejados o manipulados motrizmente por el organismo, por lo que a este aspecto Tolman le llamó *manipulanda*. Por ejemplo, lo ‘oprimible’ de un botón, lo ‘asible’ o ‘empuñable’ de un lápiz o un arma, lo ‘caminable’ de un pasillo, lo ‘amasable’ de un trozo de plastilina, lo ‘treparable’ de una escalera o una barrera. Este aspecto guarda una relación directa con las capacidades motoras del organismo para manipular los objetos: una barrera es trepable para una rata dependiendo no sólo de la altura, dureza y textura de la barrera, sino del tamaño, fuerza y destreza del animal para trepar. Por ello, la interacción entre la escala corporal y las capacidades motoras de un organismo determinarán con qué propiedades *manipulanda* de un objeto será efectivamente capaz de entrar en contacto el organismo. Notoriamente Tolman acuña el término *manipulanda* sustituyendo los términos aconductuales (i.e. ajenos a la conducta) tales como figura-fondo, forma, tamaño, etc., dado que finalmente, a lo que estos conceptos se refieren y por lo que son relevantes es por las propiedades manipulables de los objetos. Dicho en otros términos, por las propiedades que tienen los objetos para inducir u obstaculizar determinadas conductas.

Finalmente, la tercera propiedad de un objeto es su utilidad o uso instrumental<sup>6</sup>. Son los aspectos de un objeto susceptibles de ser utilizados por el organismo en tanto lo conduzca, como consecuencia de su uso, a algún otro objeto o meta (Tolman, 1932). Esta propiedad, a la que llamó *utilitanda* (Tolman y Brunswik, 1935), designa propiedades que, en virtud de la conducta del sujeto, ocurre una interacción entre objetos del ambiente (Tolman 1933, p.86). Se refiere particularmente a que la manipulación que un animal hace con un objeto (e.g. tirar de una cadena), puede conducirlo a interactuar con otro objeto diferente (e.g. pieza de alimento), y este segundo objeto provee también un soporte conductual (igualmente con las propiedades *discriminanda*, *manipulanda* y potencialmente *utilitanda*) para otras acciones (e.g. olfatear, lamer, paladear, masticar y deglutir el alimento). Bajo esta propiedad, el organismo potencialmente seleccionará y utilizará, de entre diversos objetos, aquel que aparentemente presenta una mejor ruta para obtener otro objeto meta. Por ejemplo, un chimpancé puede seleccionar y manipular un palo de entre otros objetos empleándolo como instrumento para acercarse alimento, o una rata puede caminar por aquel corredor que, entre otros, conduce con mayor probabilidad o rapidez al alimento, o presionar una palanca que, de entre otras posibilidades de acción disponibles, es la que le conducirá a la aparición de alimento.

La propiedad *utilitanda* también está presente en el posibilitador de acción de Gibson (1966) bajo el término de *performance system*, pero probablemente sea la propiedad más cercana a la descripción que algunos autores han hecho respecto a relaciones respuesta-consecuencia (Wasserman, 1990). En el AEC, el operando (una palanca o una tecla en la cámara de Skinner) materializa la propiedad *utilitanda* en tanto se define en función de la consecuencia que produce en el ambiente, comúnmente un reforzador comestible.

Cabe notar que, más recientemente, T. R. Zentall (comunicación personal, 2015) retoma el concepto de posibilitador de acción de Gib-

---

6. Por dificultad en traducción de términos tolmanianos, aquí se hace referencia a relación instrumental como una relación de utensilio (del latín *instruo*: construir, disponer, preparar). Un medio para disponer de algo posterior (ver también Nota 4).

son para denotar que en contextos de aprendizaje social, un organismo puede aprender de otro cómo funciona el ambiente, o más particularmente, lo que con un objeto se puede hacer y lo que no se puede hacer. Específicamente Zentall (2006) llama *aprendizaje de posibilitadores de acción* (en inglés *affordance learning*) a un tipo de condicionamiento observacional, que Tomasello (1996) ha llamado ‘emulación’, en el que un organismo es capaz de aprender a realizar un movimiento específico sobre un objeto, en virtud de observar las consecuencias o los cambios que en el ambiente produjo la conducta observada (ver Klein y Zentall, 2003). En la nomenclatura de Tolman, este aprendizaje descrito por Zentall sería apropiadamente llamado *utilitanda learning*.

Estas tres propiedades de todo soporte conductual (discriminanda, manipulanda y utilitanda) son interdependientes y no pueden existir una sin la otra, dado que son propiedades inmanentes de objetos que poseen relevancia conductual. Es con base en ello que Tolman (1932) analiza gran parte de la conducta de los organismos en su sistema teórico. No obstante, para fines expositivos de este escrito, describiremos un concepto más que está involucrado inmanentemente en estas tres propiedades descritas. Se trata del término *expectativa*.

A cada una de las propiedades le corresponde una expectativa<sup>7</sup>, que puede verificarse o falsarse según el organismo interactúa con el objeto en cuestión. Las expectativas no corresponden a una función mental (interpretación que rechaza categóricamente Tolman, 1933), sino a la posibilidad de que una propiedad del soporte conductual sea tal y como se le observa actualmente (o se ha observado en el pasado o pueda inferirse, ver Nota 7) y, habitualmente, que le conduzca a cierta meta. Un ejemplo experimental es el procedimiento de *precipicio visual* (Gibson y Walk, 1960) en el que el individuo tiene la expectativa de hacer contacto con la profundidad del precipicio (i.e. caer), por la percepción que tiene

---

7. Aunque Tolman (1932) diferencia entre tres tipos de expectativa: perceptiva, mnémica e inferencial, por ser un tema que requiere mayor detalle nos limitaremos a una descripción general referida sólo a lo concerniente a las expectativas relativas a las propiedades de los soportes conductuales.

de éste, pero la expectativa puede ser falsada por el contacto háptico con el cristal sobrepuesto.

Erigidos sobre los postulados de la psicología neorrealista de Holt, son evidentes los vínculos y afinidades entre la teoría de Tolman y la aproximación ecológica de la percepción planteada por Gibson (1966, 1979), pero también lo es con el AEC, dado el énfasis ambiental que subyace en sus explicaciones. Aunque diferentes autores previamente han abordado algunas de las correspondencias y afinidades teóricas que guarda el AEC con las perspectivas psicológicas inspiradas del neorrealismo de Holt (Tonneau, 2011), en particular la aproximación ecológica de Gibson con el AEC (Costall, 1984; Heft, 2001; Morris, 2009); ha sido escaso el trabajo empírico que muestre la riqueza heurística de dicha afinidad. Por ello, a continuación se describirá cada una de las propiedades de los soportes conductuales según alguna evidencia experimental obtenida en nuestro laboratorio.

#### *Cambios en la propiedad 'discriminanda' de un estímulo*

Las propiedades tales como el color, forma, tamaño o textura, por los cuales un objeto es diferenciado de otros constituyen “causas directas de señales sensoriales inmediatas” (Tolman y Brunswik, 1935, p. 52) y son, por consiguiente, un soporte sensorial para la percepción del organismo. En este caso, la percepción del soporte conductual puede verificarse por la presencia efectiva del estímulo en el ambiente, lo que confirmaría de facto la expectativa del discriminanda.

Por ejemplo, los procedimientos de Elliot (citados por Tolman, 1932) en los que se añaden olores inusuales o se cambia el color de algunas superficies de un laberinto inducen conductas de exploración por la interferencia en la expectativa del sujeto al detectar elementos (sensoriales) inesperados. Lo que ocurre ante los cambios en la propiedad *discriminanda* en una situación, de acuerdo con Gibson (1966) consiste en que se genera mayor primacía de la función perceptiva de los organismos, propiciando la activación del sistema exploratorio (*exploratory system*), pero alterando con ello el desempeño de los sujetos en la realización de la tarea (*performance system*).

Una manera de mostrar experimentalmente esta propiedad es cambiar las características discriminativas de un estímulo, y observar las alteraciones que en la ejecución se producen, además de la posible generación de conductas exploratorias en los sujetos.

### **Experimento 1 (datos preliminares)**

#### **Método**

##### *Sujetos*

Cuatro ratas (R07, R08, R09 y R10) hembras de la cepa wistar, procedentes del Instituto de Neurociencias de la Universidad de Guadalajara (CUCBA) participaron como sujetos experimentales. A los sujetos se les mantuvo con privación de alimento a un 85% de su peso *ad libitum*, y libre acceso al agua.

##### *Aparatos*

Se utilizaron dos cámaras experimentales idénticas de la marca MED (ENV-007 VP) con dimensiones de 30 x 24.5 x 30 cm. Ambas cámaras experimentales fueron equipadas con dos comederos, ubicados en los extremos derecho e izquierdo de la pared frontal, separados por una barrera de aluminio de 15 cm de largo, 27 cm de alto y 8 cm de ancho que impidió el acceso directo entre los dos comederos. Ubicada a una distancia de 15 cm del ingreso al comedero, fue colocada otra barrera de aluminio de 20 cm de altura y 8 cm de ancho. El sujeto debió trepar sobre esta barrera de 15 cm para poder ingresar al lugar de uno u otro comedero. Así mismo, la barrera impidió al sujeto la visión directa al E<sup>D</sup> (descrito en el siguiente párrafo) cuando éste se encontraba parado en cuatro patas, por lo que los sujetos debieron levantarse sobre sus dos patas traseras y con la cabeza erguida dirigir su mirada a la pared frontal (izquierda o derecha) para identificar si el E<sup>D</sup> del lado correspondiente se encontraba encendido o apagado. Todas las sesiones experimenta-

les se filmaron con cámaras de video localizadas en la parte superior externa de las cajas experimentales.

#### *Condiciones experimentales*

En la condición de *Alta Diferenciabilidad* (o discriminación fácil) el E<sup>D</sup> consistió en el encendido de una luz blanca producida por una lámpara circular de 28-V, 100mA y 2.5 cm de diámetro (ENV-221M) colocada sobre cada comedero. Para incrementar la facilidad discriminativa del estímulo, no se encendió la luz general de la cámara experimental, manteniéndose en total oscuridad, por lo que el encendido del E<sup>D</sup> fue notoriamente evidente en cualquier ubicación que tuviera el animal. Esta condición estuvo vigente a lo largo de 13 sesiones, una sesión por día, con una duración de 45 minutos.

En la condición de *Baja Diferenciabilidad* (o discriminación difícil), el E<sup>D</sup> fue sustituido por una luz LED de color amarillo de 0.79 cm de diámetro (ENV-222M) igualmente colocada arriba de los comederos. Para dificultar aún más la identificación del encendido del estímulo discriminativo, durante toda la sesión se mantuvo encendida la luz general de la cámara experimental, con un foco de luz blanca incandescente de 28 V y 100mA (ENV-215M). De este modo, el encendido del estímulo discriminativo no cambió en lo absoluto la iluminación general de la cámara experimental, por lo que la única manera de identificar si el E<sup>D</sup> se encontraba encendido fue inspeccionando por encima de la barrera de acceso al comedero. Esta condición estuvo vigente por 16 sesiones, con duración de 45 minutos.

Estas condiciones experimentales se corrieron en cuatro fases, con un diseño intrasujeto ABAB. Las fases de redeterminación a las condiciones originales tuvieron una duración de 10 sesiones cada una (en este capítulo se reportan sólo de manera general las primeras fases AB y en algunos casos la redeterminación a la condición A).

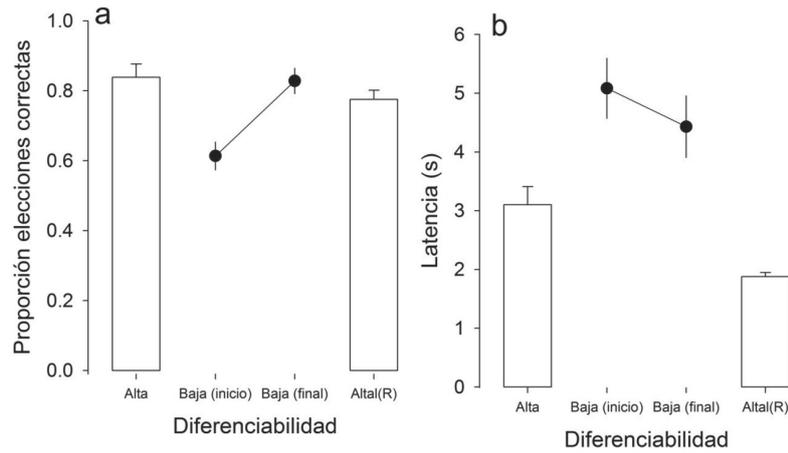
### *Procedimiento*

El procedimiento fue similar al que se utilizó en un experimento previo (Camacho-Candía y Cabrera, 2014). El E<sup>D</sup> se encendió de manera aleatoria y equiprobable en el lado izquierdo y derecho de la cámara experimental con un intervalo entre ensayos de 5, 10, 15, 20 y 25 segundos. Una vez que el sujeto introdujo la cabeza al comedero correspondiente, la luz del E<sup>D</sup> se apagó y se entregó el alimento que consistió en 45 mg de amaranto (ver Cabrera, Robayo-Castro y Covarrubias, 2010). Si el sujeto introducía la cabeza al comedero antes de que se encendiera el ED, el ensayo se reiniciaba y se asignaba nuevamente de manera aleatoria otro intervalo.

### **Resultados y discusión**

En los siguientes párrafos se muestra evidencia de que disminuir las características diferenciables de un estímulo (discriminanda), aunque no su funcionalidad como ocasión para obtener el alimento (utilitanda), produce un detrimento temporal en la ejecución.

La Figura 1a muestra, con los datos promediados de los cuatro sujetos, la proporción de elecciones correctas al comedero señalado por el E<sup>D</sup> en función de la diferenciable del estímulo. Las barras indican que las elecciones correctas en la condición de Diferenciable Alta fueron alrededor de 0.80 (la primera barra corresponde al promedio de las últimas tres sesiones de la Fase 1 y la segunda barra corresponde a las últimas tres sesiones de redeterminación de esta misma fase). Los círculos negros muestran que la proporción de aciertos en la condición de Diferenciable Baja, disminuyó a valores de 0.6 en las primeras tres sesiones (primer círculo), recuperando posteriormente valores de 0.8 en los tres días finales de la condición de Baja Diferenciable (segundo círculo).



**Figura 1.** La proporción de elecciones correctas (a) y latencia (b) en función de la diferenciabilidad del EP. La condición de Alta diferenciabilidad se muestra con barras y la Baja diferenciabilidad se muestra con círculos llenos. Las líneas de error muestran el error estándar de los sujetos.

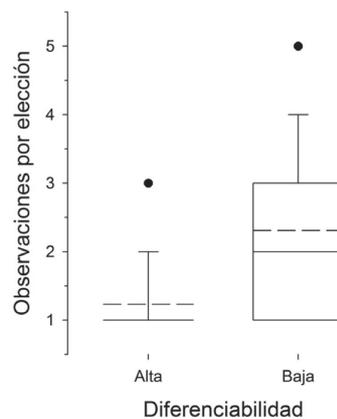
La Figura 1b muestra la latencia, que se cuantificó como el tiempo transcurrido entre el inicio de un EP y la respuesta del sujeto. La figura muestra que durante la fase de Diferenciabilidad Baja (círculos negros) los sujetos incrementaron la latencia respecto a la condición de Diferenciabilidad Alta (barras); no obstante al final de la fase de Diferenciabilidad baja (segundo círculo negro) la latencia no llegó a valores similares a los mostrados durante la condición de Alta Diferenciabilidad. Esto muy probablemente pudo deberse a las conductas de observación previas a cada elección que se discutirán en la siguiente figura.

Como se mostró en la Figura 1a, al final de la condición de Diferenciabilidad Baja (segundo círculo negro), los sujetos recuperaron su desempeño de respuestas correctas, al nivel de la condición de Diferenciabilidad Alta. Esto nos condujo a analizar los videos que registraron los movimientos realizados por los sujetos.

La Figura 2 muestra las conductas de observación realizadas por cada elección a cada uno de los comederos, independientemente de

la presencia o ausencia del E<sup>D</sup> en cada uno de ellos. Las conductas de observación fueron registradas operacionalmente como la postura de la rata parada en sus dos patas traseras y con la cabeza erguida por encima de las barreras de 15 cm de altura con los ojos orientados hacia la pared frontal (izquierda o derecha) de la cámara experimental.

En la gráfica de cajas mostrada en la Figura 2 se muestra que aunque las medianas (líneas horizontales continuas) y medias (líneas horizontales discontinuas) en ambas condiciones sólo difieren en una unidad, la dispersión entre ambas condiciones contrasta notablemente, pues mientras que en la Diferenciabilidad Alta prácticamente la mayoría de las elecciones fueron precedidas sólo por una conducta de observación (véase que la distribución cuartilar es prácticamente nula), en la condición de Diferenciabilidad Baja los sujetos mostraron que el tercer cuartil (extremo superior de la caja) tuvo valores de 3 observaciones, y en algunos casos valores extremos de hasta 5 conductas de observación (círculos negros) antes de realizar una elección. Este resultado sugiere que en la condición de Diferenciabilidad Baja, los sujetos realizaron mayor número de observaciones al E<sup>D</sup> previos a cada elección para lograr mayor número de elecciones correctas.



**Figura 2.** Total de las conductas de observación a los espacios operativos de la cámara según la diferenciabilidad del E<sup>D</sup>. Se muestra el promedio de los sujetos de las tres últimas sesiones (ver texto principal para mayores detalles).

En su conjunto, los resultados que se describen en este experimento fortalecen la evidencia que muestra que cambios en la propiedad *discriminanda* de un estímulo (en este caso la baja diferenciabilidad de los E<sup>D</sup>) altera el desempeño, posibilitando e induciendo inspecciones dirigidas al estímulo antes de realizar una elección: a menor diferenciabilidad del discriminanda, mayor número de observaciones.

#### *Cambios en la propiedad ‘manipulanda’ de un estímulo*

Aunque en el procedimiento y resultados de la sección anterior no se hace mención explícita de las otras características del estímulo, implícitamente se encuentra presente la propiedad *manipulanda*: a) la altura de la barrera es susceptible de ser trepada para identificar visualmente al E<sup>D</sup> y acceder al comedero, y b) el orificio del comedero es lo suficientemente amplio como para que sea posible introducir la cabeza en él.

La propiedad manipulanda es la que más se identifica con los posibilitadores de acción de Gibson (Heft, 2001) por el tipo de descripción que de los objetos se hacen. Así, estudios con roedores sobre conducta exploratoria (Heyser y Chemero, 2012) han analizado el tipo de manipulación y uso que se hace de los objetos según los posibilitadores de acción por la forma, novedad y tamaño de los mismos. La expectativa manipulanda del soporte conductual en este caso se verificaría o falsaría por la correspondencia entre la motricidad y topografía ejecutada por el sujeto y la configuración de las superficies ambientales (Cabrera, Covarrubias y Jiménez, 2013).

Dado que en la investigación sobre conducta animal en el AEC, en particular con roedores, en la mayoría de los procedimientos típicamente se utiliza como operando una palanca, a continuación se describe un experimento en el que se varió la altura de la palanca en una cámara operante para abordar la relevancia de la propiedad *manipulanda* para el AEC.

## **Experimento 2**

### **Método**

#### *Sujetos*

Se emplearon los mismos sujetos que en el experimento anterior.

#### *Aparatos*

Se utilizaron cámaras experimentales MED, en las cuales se instaló en la pared izquierda una palanca, y centrada en la pared opuesta se instaló una abertura en la que se presentaba un recipiente con capacidad de 0.01 cc operado por un brazo motorizado. El recipiente entregaba una mezcla de leche entera ultrapasteurizada y leche condensada en una proporción de 0.75 de leche entera por 0.25 de leche condensada<sup>8</sup>, dependiente de la presión de la palanca.

#### *Procedimiento y diseño experimental*

Las ratas fueron previamente entrenadas a responder a las palancas con un programa de reforzamiento continuo (ver procedimiento del Experimento 3 y Nota 10). El entrenamiento inició colocando la palanca al lado derecho del bebedero a una altura de 30 mm del piso. Una vez que las ratas respondieron de manera estable a un programa IV 30s, se cambió la palanca a la pared opuesta de la cámara bajo el mismo programa IV 30s. Después de tres sesiones con la palanca ubicada en la pared opuesta, se inició con la manipulación de la altura de las palancas. Cada altura de palanca estuvo vigente por dos sesiones consecutivas. En condiciones sucesivas, las palancas se colocaron de manera

---

8. El cambio del tipo de reforzador se debió a que los resultados de este experimento se compararían posteriormente con otro procedimiento experimental llevado a cabo por el segundo autor de este escrito.

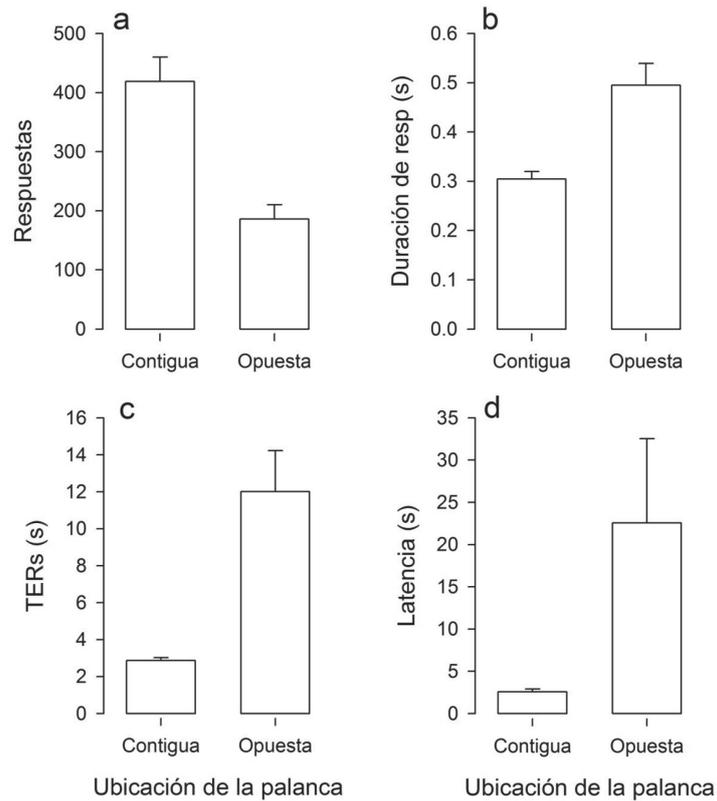
aleatoria a 30, 68, 109, 152, 192 y 233 mm de altura respecto al piso de la cámara. Cada una de estas condiciones se replicó en orden aleatorio.

### **Resultados y discusión**

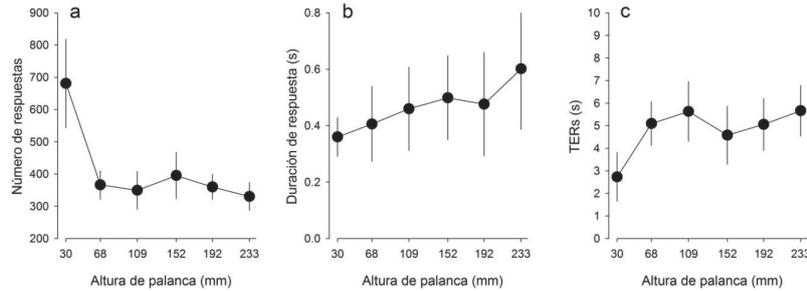
La primera manipulación a la que se enfrentaron los sujetos fue el cambio de ubicación de la palanca; de encontrarse al lado derecho del bebedero, se ubicó en la parte central de la pared opuesta. La Figura 3 muestra el efecto en las variables dependientes que potencialmente pueden reflejar cambios en propiedad manipulanda del operando: el número de respuestas (Figura 3a), la duración de cada respuesta (Figura 3b), los tiempos entre respuestas (TERs, Figura 3c) y la latencia de la primera respuesta (Figura 3d).

El número de respuestas disminuyó a la mitad al colocar la palanca en la pared opuesta al bebedero. Tanto la duración de presión de la palanca, los TERs y la latencia a la primera presión de palanca aumentaron considerablemente con el cambio de ubicación de la palanca. El incremento en la latencia de respuesta puede interpretarse como consecuencia del tiempo que le llevó al sujeto identificar la nueva ubicación del operando (pared opuesta). Así mismo, la disminución del número de respuestas y el incremento en el promedio de los TERs al situar la palanca en la pared opuesta puede deberse al incremento en la distancia entre palanca y bebedero, necesitando más tiempo el organismo para trasladarse a la palanca que cuando palanca y bebedero se encontraban en la misma pared.

Por otro lado, un resultado importante fue el incremento en la duración de respuesta, que podría estar vinculado con un cambio de topografía al responder. Estos resultados indican que la ubicación relativa entre el operando y el bebedero afecta no sólo el desplazamiento que el sujeto hace entre ellos, sino que afecta además aspectos topográficos de oprimir la palanca.



**Figura 3.** Número de respuestas (a), duración de la respuesta (b), duración de TERs (c) y latencias (d) en función del cambio de ubicación del operando de la pared contigua al bebedero a la pared opuesta. En ambas se representa el promedio de los sujetos de sólo una sesión. Las líneas de dispersión corresponden al error estándar.



**Figura 4.** Número de respuestas (a), duración de respuestas (b) y TERs (c) según los cambios en la altura de la palanca. Se muestra el promedio de los sujetos para cada condición. Las líneas de dispersión corresponden al error estándar.

La segunda manipulación consistió en variar la altura de la palanca. La Figura 4a muestra que el número de respuestas fue similar en todas las alturas con excepción de la altura más baja (30 mm), en la que se emitieron considerablemente más respuestas. La duración de la respuesta (Figura 4b) muestra una clara tendencia a incrementar en función de la altura de la palanca, aunque con variabilidad entre éstas. Finalmente, los TERs (Figura 4c) fueron menores con la palanca a 30 mm de altura (alrededor de 3 s); para las demás alturas los TERs fueron más largos (entre 4 y 6 s), mostrando una tendencia a aumentar según incrementa la altura de la palanca.

Estos datos complementan los obtenidos en un procedimiento reportado anteriormente (Cabrera, Sanabria, Jiménez y Covarrubias, 2013), en el que también se manipuló la altura de palanca, pero fue realizado en condiciones de nivel operante (i.e. sin entrega de alimento por presionar la palanca). En ambos estudios se muestra el efecto de cambios en la propiedad manipulanda, sin embargo en el estudio reportado por Cabrera et al., (2013), probablemente al no existir un reforzador explícito (i.e., utilitanda), las diferencias conductuales debidas a la propiedad manipulanda entre las diferentes alturas fue más evidente. Es relevante el incremento en la duración de respuesta en el presente experimento, puesto que sugiere un cambio en la topografía de respues-

ta como también lo han sugerido Margulies (1961) y Notterman y Mintz (1965); ver también Skjoldager, Pierre y Mittleman (1993).

*Cambios en la propiedad 'utilitanda' de un estímulo*

La propiedad *utilitanda* se identifica con las consecuencias que pueden ser obtenidas con la interacción que se tenga con el estímulo. En la introducción de este escrito se mencionó que Zentall (2006) denomina aprendizaje de posibilitadores de acción (*affordance learning*) al aprendizaje de algún patrón de movimientos a raíz de observar la consecuencia que ellos producen. Es el aprendizaje de (Wasserman, 1990), y la sensibilidad a (De Wit y Dickinson, 2009) la relación respuesta-consecuencia, mismo que se puede describir como un *aprendizaje de causalidad*, en el que la conducta del sujeto sobre un manipulando causa cambios en el ambiente (Killeen, 1981). Sin duda, esta propiedad *utilitanda* es en la que más se ha enfocado el AEC, precisamente porque el patrón de comportamiento que se establece frente a un operando ocurre en función de la consecuencia que éste produce, y los programas de reforzamiento consisten en manipulaciones explícitas de la propiedad *utilitanda* de un soporte conductual o manipulanda (i.e. una palanca o una tecla). La expectativa es verificada o falseada según ocurra o no el objeto-meta (alimento) que es consecuencia de manipular instrumentalmente un objeto (una palanca) (véase Wasserman, 1990).

Un procedimiento muy simple en el que probablemente se pueda observar el efecto de la propiedad *utilitanda* es el programar dos operandos completamente idénticos (que compartan las propiedades discriminanda y manipulanda), sólo diferenciables entre ellos por su ubicación, y que puedan ser manipulados con la misma topografía de respuesta, pero que la propiedad *utilitanda* (i.e. reforzamiento) se encuentre presente sólo en uno de ellos.

### **Experimento 3<sup>9</sup>**

#### **Método**

##### *Sujetos*

Los mismos sujetos empleados en los experimentos precedentes.

##### *Aparatos*

Se utilizaron las mismas cajas MED descritas en los procedimientos anteriores, equipadas con un bebedero en la parte central de la pared operativa. Se utilizó la mezcla de leche descrita en el experimento anterior como reforzador. Se colocaron dos palancas flanqueando al bebedero, una al lado izquierdo y la otra al lado derecho del bebedero, ambas a 70 mm de altura. La ubicación de la palanca operativa (que otorgó el reforzador) fue contrabalanceada: para dos sujetos la palanca derecha fue operativa y para otros dos sujetos la palanca izquierda fue la palanca operativa. La palanca no operativa era idéntica a la operativa (igualmente discriminable y manipulable) sólo que no se programó consecuencia alguna (i.e. utilitanda) por responder en ella.

##### *Procedimiento*

Los sujetos eran ingenuos en la presión de palanca al inicio del experimento<sup>10</sup>, y fueron expuestos a un programa de reforzamiento continuo en una de las palancas mientras que la otra permaneció en extinción; esto es, se empleó un programa concurrente reforzamiento continuo - extinción. Cada sesión tuvo una duración de 30 minutos, durante seis sesiones, una sesión cada día.

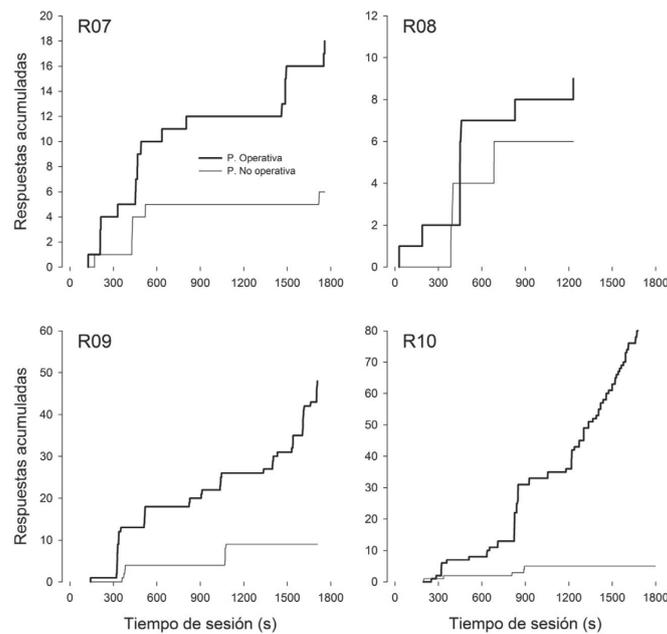
---

9. Se reportan datos preliminares de un experimento piloto realizado en colaboración con Dr. François Tonneau.

10. En orden temporal, este experimento fue realizado antes que el Experimento 2, por lo que el moldeamiento a presionar la palanca ocurrió según se describe en el presente experimento.

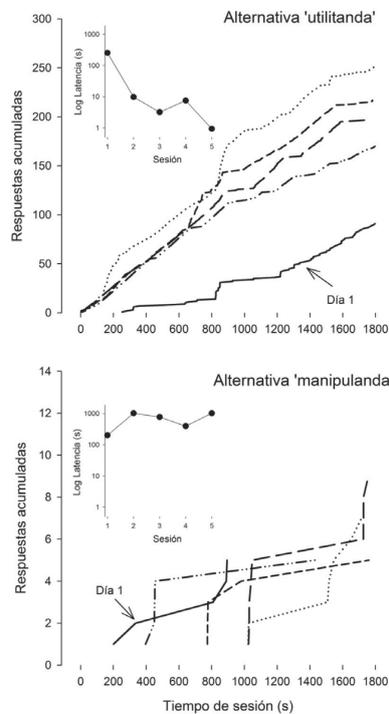
## Resultados y discusión

La Figura 5 muestra los registros acumulativos del responder de cada rata durante cinco sesiones a las palancas operativas (con propiedad *utilitanda*, líneas gruesas) e inoperativas (sólo con propiedad *manipulanda*, líneas delgadas). Esta figura corresponde a la sesión en la que los sujetos adquirieron la conducta de palanquear, es decir, cuando los sujetos hicieron contacto con la propiedad *utilitanda* de la palanca operativa. Los sujetos R07 y R10 durante la primera sesión adquirieron la conducta de palanquear, mientras que los datos del sujeto R09 corresponden a la tercera sesión.



**Figura 5.** Registros acumulativos de una sesión para los cuatro sujetos. Líneas gruesas corresponden a la palanca con reforzamiento continuo, líneas delgadas corresponden a alternativa en extinción. Nótese las diferentes escalas para cada sujeto.

En estos tres sujetos puede observarse que la palanca con la propiedad *utilitanda* es presionada con mayor frecuencia que la palanca que sólo pudo manipularse sin producir cambio alguno en el ambiente. La rata R08 no adquirió la conducta de responder a la palanca operativa, por lo que es equivalente al responder siguiendo sólo la propiedad *manipulanda*, sin efecto de la propiedad *utilitanda* en la palanca operativa. En otros términos, este sujeto nunca hizo contacto con el evento de producir alimento por presionar la palanca operativa.



**Figura 6.** Registros acumulativos del sujeto R10 para cada sesión (diferentes tipos de líneas). Panel superior corresponde a la alternativa de reforzamiento continuo y el panel inferior corresponde a la alternativa en extinción. Insertadas en cada panel, se muestra la latencia a la primer respuesta en cada sesión (notar escala logarítmica).

La Figura 6 muestra los registros acumulativos de un sujeto (R10) durante las cinco primeras sesiones para las dos palancas: la alternativa utilitanda (i.e. con entregas de leche, panel superior) y alternativa manipulanda (i.e. sin entregas de leche, panel inferior). Las respuestas en la alternativa utilitanda incrementaron en sesiones consecutivas, mientras que en la alternativa manipulanda las respuestas no se extinguieron completamente, sino que se mantuvieron a una menor tasa de respuesta.

La latencia a la primera respuesta de cada sesión disminuyó notablemente en la alternativa utilitanda (gráfico inserto en panel superior), mientras que en la alternativa manipulanda (gráfico inserto en panel inferior) permaneció sin muchas variaciones y con una ligera tendencia a incrementar. Este resultado indica que al adquirir la conducta de palanquear, los sujetos identificaron con mayor prontitud la ubicación de la alternativa utilitanda e iniciaron en ella su actividad, mientras que la actividad en la palanca manipulanda “fue dejada para después y para otros fines”.

Una variable relevante en la propiedad manipulanda, y que puede ser afectada por la propiedad utilitanda, es la duración de respuesta. Diferencias topográficas pueden estar implicadas en la duración de la respuesta (ver Experimento 2), por lo que presionar la palanca, sólo por ser “presionable”, “mordible”, o por ser un objeto sobre el cual apoyar las patas delanteras, etc., puede cambiar cuando se le utiliza como medio para obtener un fin específico (i.e. cambia su funcionalidad). La Figura 7 muestra la duración de respuesta para dos sujetos, uno que sí adquirió la conducta de presionar la palanca (R07, panel izquierdo) y otro que no la adquirió (R08, panel derecho). Para el sujeto que adquirió la conducta de presionar la palanca, la duración de respuesta en la alternativa utilitanda (círculos llenos) disminuyó inicialmente y se mantuvo con valores de 0.5 s o menores a partir de la tercera sesión, mientras que en la alternativa manipulanda (círculos vacíos) la duración de la respuesta fue más larga, entre 1.0 y 2.5 s. Por otro lado, para el sujeto que no adquirió la conducta de palanquear (panel derecho), las duraciones de respuesta a lo largo de las sesiones no mostraron tendencia específica alguna entre ambas alternativas, siendo en general mayor la duración en la alternativa utilitanda (círculos llenos), excepto en la cuarta sesión.

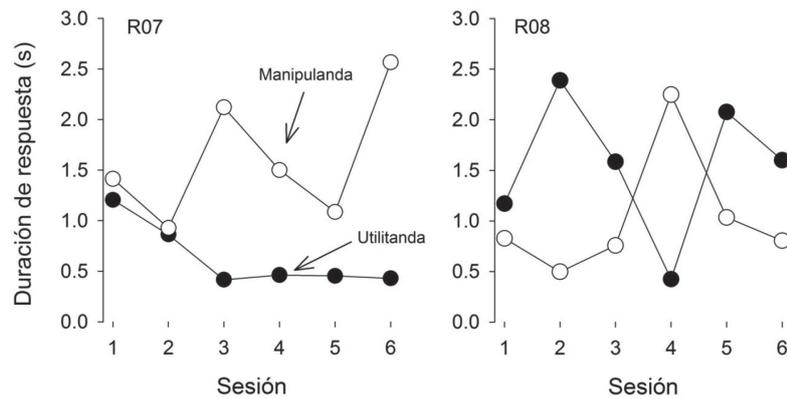
Nótese que para el sujeto R08, al no adquirir la conducta de palanqueo, las respuestas a la alternativa utilitanda nunca adquirieron tal función, dado que nunca se acercó al bebedero durante la presentación del alimento, por ello en ambas palancas sólo operó la propiedad manipulanda. Este hallazgo sugiere que no sólo es diferente la frecuencia, sino también la topografía de la respuesta cuando se presiona la palanca para obtener alimento que cuando se presiona sólo porque es presionable.

Muchos de estos datos pueden describirse obviamente desde el AEC como la acción del reforzamiento diferencial, como consecuencia de reforzar sólo uno de los operandos. Esta interpretación es completamente compatible a afirmar, siguiendo a Tolman, que la propiedad utilitanda es verificada precisamente al encontrar alimento después de manipular un operando y no en otro. Con estos resultados tratamos de señalar que la contingencia de reforzamiento es la verificación de que la propiedad utilitanda conduce eficazmente al objeto por el cual es útil responder (Wasserman y Miller, 1997; Wasserman, 1990). Por ser un programa de reforzamiento continuo, la ocurrencia del alimento por presionar la palanca verifica la propiedad utilitanda de la palanca en cada ocasión. Otros programas de reforzamiento que no son continuos, verifican con cierta probabilidad diferente a 1 la propiedad utilitanda. Un hallazgo muy relevante del AEC con los programas de reforzamiento en operante libre es que cambios sistemáticos en la propiedad utilitanda, induce patrones ordenados de uso del manipulanda, por ejemplo, programas de intervalo fijo (disposición del utilitanda según cierta temporalidad fija), inducen patrones de respuesta al operando (uso del manipulanda) con un patrón ordenado que típicamente se conoce como festón.

De manera importante, se puede señalar que la explicación del reforzamiento no es descartada, sino valorada en su uso focalizado a la propiedad utilitanda<sup>11</sup>. Su uso indiscriminado a otras propiedades conductuales es lo que se pondría en duda.

---

11. No obstante, es importante indagar posibles descripciones del utilitanda no sólo como reforzador, sino quizá como inductor de conducta (Baum, 2012), dado que el énfasis de la propiedad utilitanda es la subsiguiente conducta de uso del objeto recibido (e.g. alimento).



**Figura 7.** Se muestran las duraciones de presión ambas palancas en dos sujetos. Círculos llenos representan duraciones en la alternativa con reforzamiento continuo y círculos vacíos representan duraciones en la alternativa en extinción.

### Conclusiones generales

Los organismos nunca son sólo sensibles a la estimulación, sino que perciben; y nunca sólo perciben, sino que se comportan propositivamente (Tolman, 1933). Puede así resumirse la relevancia de los soportes conductuales, con sus tres propiedades definitorias, para estudiar objetivamente, y de manera comprensiva la conducta de los organismos.

Las tres propiedades que Tolman identifica en los objetos como soportes conductuales tienen una correspondencia muy cercana a algunos aspectos de los posibilitadores de acción que propone Gibson. La propiedad *discriminanda* que constituye un soporte sensorial para la percepción del organismo corresponde a la susceptibilidad que tienen los posibilitadores de acción de ser percibidos directamente por el organismo (Gibson, 1979) para entrar en contacto con ellos. La propiedad *manipulanda* se identifica con las posibilidades de acción de los objetos y son observables con las conductas discretas (e.g. presión de palanca) y conductas molares (e.g. topografías de respuestas). La propiedad *utilitanda* que enfatiza el aspecto de las consecuencias o efectos que se ob-

tienen al manipular algún objeto de cierta manera es muy cercana con la categoría de desempeño (*performatory system*) planteado por Gibson (1966), en el que “los movimientos que ocurren alteran al ambiente de manera benéfica para el organismo” (p. 57) y están ligados precisamente con las posibilidades de uso de un objeto.

Al parecer, esta similitud entre las propiedades de los soportes conductuales que identifica Tolman y los posibilitadores de acción de Gibson, comparten su origen precisamente por la influencia del conductismo neorrealista de Edwin Holt; Heft (2001) ha llegado a la conclusión de que “Tolman claramente se anticipó a la idea de posibilitador de acción (*Affordance*) que Gibson exploraría más de 40 años después”... “y habría pocas dudas de que la perspectiva de William James, transmitida a través de Holt y/o Tolman, preparó el camino para el desarrollo del concepto de posibilitador de acción (*affordance*) que posteriormente hiciera Gibson” (Heft, 2001, p. 128).

Tener conocimiento de la afinidad existente entre los conceptos de posibilitador de acción (Gibson) y soporte conductual (Tolman), con un posible origen común en el neorrealismo de Edwin Holt, no sólo clarifica la pertenencia de ambos sistemas teóricos a una concepción conductual de la psicología, sino que abre comunicación con el AEC, tal como se ha enfatizado en el tercer experimento descrito.

El énfasis del AEC en las consecuencias de la conducta, es un aspecto que subraya la propiedad *utilitanda* del ambiente, en el que el desempeño del organismo modifica su entorno e induce cambios subsiguientes en su conducta. Modelos tales como la Ley de Igualación generalizada (Baum, 1974), principios matemáticos del reforzamiento (Killeen, 1994), momentum conductual (Nevin, 1988), decaimiento del valor del reforzador (Mazur, 1987), entre otros, incluyen parámetros, o al menos condiciones, vinculados a la consecuencia de la conducta (reforzador), por lo que constituyen modelos específicos de la propiedad utilitanda. No obstante, es posible analizar el comportamiento al margen de la propiedad utilitanda, y centrarse en la propiedad manipulanda dentro de la tradición operante. Tal es el caso del modelo bi-exponencial de distribución de tiempos entre respuestas (Brackney, Cheung, Neisewander y Sanabria, 2011; Shull, 2004). Dicho modelo no incluye

(ni lo requiere) parámetros explícitos a las consecuencias, y describe de manera adecuada resultados de procedimientos en nivel operante, en los que la manipulación de la propiedad manipulanda se realiza sin intervención de reforzadores (Cabrera et al., 2013).

Algunos autores han sugerido que la exposición prolongada a los programas de reforzamiento conducen a que el organismo deje de ser sensible a la relación respuesta-consecuencia, lo que constituye la formación de un hábito motor (Dickinson, 1985); en este caso, dado que la expectativa utilitanda estaría vinculada a verificar (o falsear) la relación entre palanca y alimento, la propiedad utilitanda pudiera estar siendo habituada bajo ciertas condiciones, de modo que sea magnificada comparativamente la propiedad manipulanda.

La propiedad discriminanda en procedimientos tanto operantes como respondientes, describe precisamente el espectro de cambios en el estímulo en el que un sujeto puede responder de manera idéntica (generalización) o diferencial (discriminación) a variedades del E<sup>D</sup> aprendido, con procedimientos psicofísicos (Blough, 1958), en los que dependiendo de la intensidad del estímulo luminoso se afecta el tiempo de reacción (Blough, 2006). No obstante, los estudios de control de estímulo se hacen por lo regular en función del reforzador o programa de reforzamiento correspondiente al E<sup>D</sup>. Modelos que incluyen de manera explícita la saliencia o discriminabilidad del estímulo, como el caso del modelo Rescorla-Wagner, se circunscribirían como parte de la propiedad discriminanda, en las que técnicas de identificación de diferencias entre estímulos, tales como el índice de similitud estructural (Treviño, 2014), serían funcionales para manipulación sistemática de cambios en la propiedad discriminanda.

Finalmente, la propuesta de este escrito intenta proveer de argumentos tanto teóricos como analíticos (y sintéticos) que enriquezcan la aproximación conductual y ecológica de la psicología, reconociendo las aportaciones de desarrollos teóricos que han sido desestimados históricamente, pero que proveerían de mayor alcance a los hallazgos actuales, tanto del AEC como de aproximaciones afines.

## Referencias

- Amundson, R. (1983). E.C. Tolman and the intervening variable: A study in the epistemological history of psychology. *Philosophy of Science*, 50, 268-282.
- Baum, W. M. (1974). On two types of deviation from the matching law: Bias and undermatching. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 22, 231-242.
- Baum, W. M. (2012). Rethinking reinforcement: Allocation, induction, and contingency. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 97, 101-124.
- Blanchard, R. J., Fukunaga, K. K., y Blanchard, D. C. (1976). Environmental control of defensive reactions to a cat. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 8, 179-181.
- Blough, D. S. (1958). A method for obtaining psychophysical thresholds from pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1, 31-43.
- Blough, D. S. (2006). Reaction-time explorations of visual perception, attention, and decision in pigeons. En E.A. Wasserman y T.R. Zentall (Eds.), *Comparative cognition. Experimental explorations of animal intelligence* (pp.89-105). New York: Oxford University Press.
- Brakney, R., Cheung, T., Neisewander, J., y Sanabria, F. (2011). The isolation of motivational, motoric, and schedule effects on operant performance: a modeling approach. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 96, 17-38.
- Cabrera, F., Covarrubias, P., y Jiménez, Á. (2013). Topografía de la conducta en función de la configuración de las superficies: el caso del nivel operante. En J. J. Irigoyen, F. Cabrera, M. Y. Jiménez, H. Martínez y K. F. Acuña. (Eds.), *Estudios sobre comportamiento y aplicaciones. Vol.III* (p. 47-65). Universidad de Sonora: Hermosillo.
- Cabrera, F., Robayo-Castro, B., y Covarrubias, P. (2010). The 'Huautili' alternative: Amaranth as reinforcer in operant procedures. *Mexican Journal of Behavior Analysis*, 36, 71-91.
- Cabrera, F., Sanabria, F., Jiménez, Á., y Covarrubias, P. (2013). An affordance analysis of unconditioned lever pressing in rats and hamsters. *Behavioural Processes*, 92, 36-46.
- Camacho-Candía, J.A., y Cabrera, F. (2014). Allocation of behavior in a simple discrimination task. *Conductual*, 2(3), 4-16.
- Costall, A.P. (1984). Are theories of perception necessary? A review of Gibson's 'The ecological approach to visual perception'. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 41, 109-115.

- De Wit, S. y Dickinson, A. (2009). Associative theories of goal-directed behavior: a case for animal-human translational models. *Psychology Research*, 73, 463-476.
- Dickinson, A. (1985). Actions and habits: the development of behavioural autonomy. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B*, 308, 67-78.
- Fanselow, M.S. (1994). Neural organization of the defensive behavior system responsible for fear. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1, 429-438.
- Gibson, J. (1966). *The senses considered as perceptual systems*. Houghton Mifflin: Boston.
- Gibson, J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. New Jersey: Erlbaum.
- Gibson, E.J., y Walk, R.D. (1960). The visual cliff. *Scientific American*, 202, 67-71.
- Ginsburg, A.P., y Hendee, W.R. (1997). Quantification of visual capability. En W.R. Hendee y P.N.T. Wells (Eds.). *The perception of visual information* (pp. 57-86). New York: Springer.
- Heft, H. (2001). *Ecological psychology in context. James Gibson, Roger Barker, and the legacy of William James's radical empiricism*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Heft, H. (2011). Holt's "recession of the stimulus" and the emergence of the "situation" in psychology. En E. Charles (Ed.). *A new loot at new realism. The psychology and philosophy of E.B. Holt* (pp.191-219). New Brunswick: Transaction Publishers.
- Heyser, C. y Chemero, A. (2012). Novel object exploration in mice: not all objects are created equal. *Behavioural Processes*, 89, 232-238.
- Holland, P. C. (1984). Origins of behavior in Pavlovian conditioning. *The Psychology of Learning and Motivation*, 18, 129-174.
- Killeen, P. R. (1981). Learning as causal inference. En M.L. Commons y J. A. Nevin (Eds.). *Quantitative analyses of behavior: Vol 1. Discriminative properties of reinforcement schedules* (pp. 89-112). Cambridge, MA: Ballinger.
- Killeen, P. R. (1994). Mathematical principles of reinforcement. *Behavioral and Brain Sciences*, 17, 105-135.
- Klein, E. D. y Zentall, T. R. (2003). Imitation and affordance learning by pigeons (Columba livia). *Journal of Comparative Psychology*, 117, 414-419.
- Margulies, S. (1961). Response duration in operant level, regular reinforcement, and extinction. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4, 317-321.

- Mazur, J. E. (1987). An adjusting procedure for studying delayed reinforcement. En Commons, M. L., Mazur, J. E., Nevin, J. A. y Rachlin, H. (Eds.), *Quantitative analysis of behavior Vol. V The effect of delay and of intervening events on reinforcement* (pp. 55-73). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Morris, E. K. (2009). Behavior analysis and ecological psychology: Past, present, and future. A review of Harry Hefts's 'Ecological psychology in context'. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 92, 275-304.
- Nevin, J. A. (1988). Behavioral momentum and the partial reinforcement effect. *Psychological Bulletin*, 103, 44-56.
- Notterman, J. M. y Mintz, D. E. (1965). *Dynamics of response*. Wiley: New York.
- Ríos-Checa, A., Quevedo, N., Ramírez, R., Llanos, J. G., y Jiménez, B. (2010). Sentarse sobre el dibujo de una silla. *Revista Mexicana de Psicología*, 27, 35-43.
- Shull, R. L. (2004). Bouts of responding on variable-interval schedules: effects of deprivation level. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 81, 155-167.
- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms*. New York: Century Appleton Crofts.
- Skjoldager, P., Pierre, P. J., y Mittleman, G. (1993). Reinforcer magnitude and progressive ratio responding in the rat: Effects of increased effort, prefeeding, and extinction. *Learning and Motivation*, 24, 303-343.
- Smith, L. D. (1986). *Behaviorism and logical positivism. A reassessment of the alliance*. California: Stanford University Press.
- Tolman, E. C. (1932). *Purposive behavior in animals and men*. New York: The Century CO
- Tolman, E. C. (1933). Gestalt and sign-gestalt. *Psychological Review*, 40, 391-411. Consultado en E.C. Tolman (Ed.), *Behavior and psychological man. Essays in motivation and learning* (pp. 77-93). Los Angeles: University of California Press.
- Tolman, E. C. y Brunswik, E. (1935). The organism and the causal texture of the environment. *Psychological Review*, 42, 43-77.
- Tomasello, M. (1996). Do apes ape? En C.M. Heyes y B.G. Gallef (Eds.), *Social learning in animals: the roots of culture*. (pp. 319-346). San Diego: Academic Press.

- Tonneau, F. (2011). Holt's realism: New reasons for behavior analysis. En E. Charles (Ed.). *A new look at new realism. The psychology and philosophy of E.B. Holt* (pp.33-55). New Brunswick: Transaction Publishers.
- Tonneau, F., Kim-Abreu, N., y Cabrera, F. (2004). Sitting in the word chair: Behavioral support, contextual cues, and the literal use of symbols. *Learning and Motivation, 35*, 262-273.
- Treviño, M. (2014). Stimulus similarity determines the prevalence of behavioral laterality in a visual discrimination task. *Scientific Reports, 4*, 1-12.
- Wasserman, E. A. (1990). Detecting response-outcome relations: toward an understanding of the causal texture of the environment. *The psychology of learning and motivation, 26*, 27-82.
- Wasserman, E. A. y Miller, R. (1997). What's elementary about associative learning? *Annual Review of Psychology, 48*, 573-607.
- Zentall, T. R. (2006). Imitation: definitions, evidence, and mechanisms. *Animal Cognition, 9*, 335-353.



### III

## Reforzamiento y estimación temporal: Mecanismos motivacionales y temporales de la discriminación<sup>1</sup>

*Oscar Zamora Arévalo<sup>2</sup> y Mario Pérez Calzada*

Facultad de Psicología,  
Universidad Nacional Autónoma de México

#### **Resumen**

En este estudio se utilizó un procedimiento de discriminación temporal con el objetivo de determinar cómo se afecta la estimación temporal de los organismos en una tarea de bisección temporal, al manipular distintas magnitudes de reforzamiento. Ocho ratas de la cepa Wistar fueron entrenadas a discriminar cuatro diferentes pares de duraciones (corto-largo). En las fases de entrenamiento y generalización, utilizadas como línea base, el reforzamiento para ambas duraciones (corta y larga) se mantuvo solo con un pellet por respuesta correcta; enseguida, en la

- 
1. Los autores agradecen a Rosana Aline Moreno Muñetón y Marisol Espinoza Monroy su importante colaboración en la realización y comentarios de algunos de los análisis estadísticos aquí reportados.
  2. Agradece el apoyo del Proyecto DGAPA-PAPIIT IN307913 con el cual se pudo realizar gran parte de este documento.

fase de manipulación de magnitud de reforzamiento, hubo un cambio de uno a cuatro pellets para cualquiera de las dos duraciones corta o larga -según correspondiera- cuidando el contrabalanceo entre grupos. Los hallazgos se discuten en términos de los parámetros psicofísicos obtenidos en línea base, respecto a los parámetros obtenidos con manipulación de reforzamiento. Los resultados sugieren que diferentes magnitudes de reforzamiento juegan un papel igual de importante que la discriminación progresiva en el control temporal del comportamiento.

*Palabras clave:* estimación temporal retrospectiva, percepción, magnitud de reforzamiento, psicofísica.

### **Abstract**

Eight rats were exposed to a temporal-bisection task with the aim to determine if timing behavior changes with reinforcement magnitudes. Subjects were trained in four different pairs of 'short-long' durations. For the baseline, in the training and the generalization phases, the reinforcement magnitude for correct responses to both 'short-long' durations was 1 pellet. In the generalization phase the reinforcement magnitude was manipulated; four pellets were delivered for each pair of durations (short-long). Results suggest that different reinforcement magnitudes play an equal roll between them and the progressive discrimination on the temporal control of behavior. The findings are discussed in terms of psychophysical parameters obtained on the baseline, according to the parameters obtained with reinforcement manipulation.

*Keywords:* timing retrospective, perception, temporal bisection, magnitude of reinforcement, psychophysics.

### **Introducción**

Los organismos se adaptan a su ambiente en un continuo conductual que es sensible a eventos que se producen en momentos y lugares específicos. La capacidad que tienen los organismos para ser sensibles al

factor tiempo es uno de los paradigmas que ha fundamentado y desarrollado gran cantidad de estudios en el análisis experimental de la conducta, además de ser una propiedad fundamental e imprescindible para integrar las percepciones y poder representar al mundo. Esta propiedad temporal subyace a todo tipo de proceso psicológico. Es así que conductas biológicamente significativas para los organismos, como por ejemplo, forrajear, aparearse y detectar depredadores, se ajustan dentro una organización temporal en un ambiente determinado (Shettleworth, 2010).

Principalmente el estudio de la dimensión temporal del mundo físico tiene tres grandes orígenes en la literatura: la psicofísica humana, el estudio de los ritmos biológicos y el aprendizaje animal. En el caso de la psicofísica humana, la percepción temporal, y muchos de los métodos puestos a prueba para el estudio del tiempo, requirieron el uso del lenguaje. El problema central de la psicofísica era entonces desarrollar un enfoque para el estudio de la estimación temporal humana y así poder comprender un tipo de percepción, en particular la relación entre el tiempo subjetivo y el tiempo físico.

El estudio de los ritmos biológicos tuvo principal interés en el estudio de los ciclos diarios de actividad de diversos organismos que fue abordado en la literatura por más de 50 años. Durante este tiempo se realizó investigación experimental principalmente en los laboratorios, donde se desarrollaron métodos que fueran sensibles al estudio de estos ritmos y de esta forma encontrar las variables moduladoras de los factores que controlan ciertos relojes circadianos. El principal problema del estudio de los ritmos biológicos era describir las adaptaciones de los organismos a las regularidades cíclicas de la física, del medio ambiente y sus mecanismos neurales.

Los estudios del aprendizaje animal y el ajuste conductual a intervalos temporales entre eventos incluyen no sólo la investigación de condicionamiento clásico, sino también la investigación de aprendizaje instrumental. Los procedimientos de condicionamiento instrumental (operante) y los resultados obtenidos por Skinner (1938) han tenido mayor influencia en la investigación contemporánea (Lejeune, Richelle y Wearden, 2006, para una revisión). El problema central del estudio de

aprendizaje animal fue comprender el efecto de intervalos arbitrarios de tiempo entre los estímulos en el comportamiento de los animales.

Estas tres áreas de investigación han impulsado gran parte del estudio del control temporal de la conducta en la literatura del análisis experimental de la conducta, desarrollando procedimientos que sean sensibles a las variables paramétricas inmiscuidas en el estudio de la estimación temporal de los organismos.

Siguiendo esta línea de estudios donde la variable dependiente es el tiempo, uno de los procedimientos más utilizados dentro del estudio de la estimación temporal es el conocido como bisección temporal (Church y Deluty, 1977). En este procedimiento los sujetos son puestos a prueba en una caja de condicionamiento operante con diferentes ensayos en donde los estímulos presentados varían en duración (por ejemplo, una duración corta de 1 segundo y otra larga de 4 segundos). A continuación, cada una de las duraciones es asociada a un operando, por ejemplo en los ensayos en que se presentó el estímulo con duración corta, la presión de uno de los operandos produce el reforzador, mientras que la presión del otro no produce el reforzador y viceversa (véase figura 1 y tabla 1). A esta fase se le conoce como entrenamiento o discriminación, y los sujetos, después de algunas sesiones, aprenden a discriminar entre ambas duraciones con muy alta precisión. En el experimento original de Church y Deluty (1977), ocho ratas fueron entrenadas para las siguientes duraciones:

*Tabla 1*  
Aparecen los cuatro pares de duraciones  
(duración corta a la izquierda y duración larga a la derecha)  
para las condiciones utilizadas por Church y Deluty (1977)

Pares de duraciones	a) 1.0" – 4.0"	b) 2.0" – 8.0"	c) 3.0" – 12.0"	d) 4.0" – 16.0"
---------------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------

Después del entrenamiento inicial, una vez que los sujetos aprendieron a discriminar entre las dos duraciones, se les pone a prueba mediante ensayos no reforzados con duraciones del estímulo intermedias a

los dos valores entrenados. A esto se le conoce como fase de prueba o generalización, la cual está basada en el método psicofísico clásico de estímulos constantes. En esta prueba los sujetos tienen que categorizar si la duración intermedia presentada fue de duración corta o larga. Por lo general se presentan más ensayos con las duraciones aprendidas con el afán de que la respuesta no se extinga. La figura 1 describe el procedimiento:

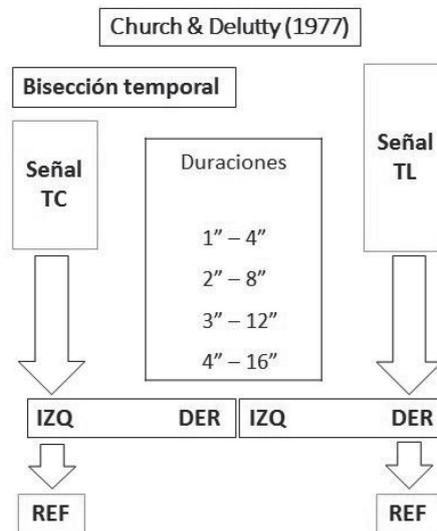
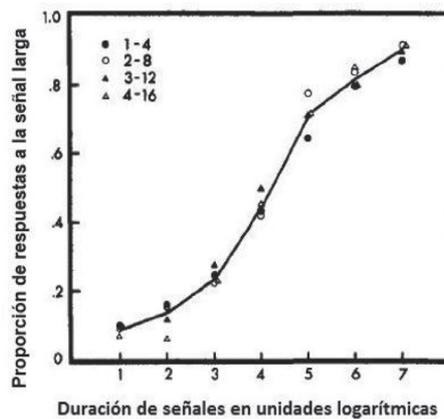


Figura 1. Procedimiento de Bisección temporal.

Por ejemplo tomemos el apartado *a)* de la tabla 1, en donde una respuesta a la palanca izquierda es correcta cada que aparece una duración de 1.0'' y, de forma correspondiente, otra respuesta en la palanca derecha es correcta cada que se presenta una duración de 4.0''. En caso de que se presentara una respuesta incorrecta, al organismo se le presentaba de nuevo la misma duración y hasta que no ejecutara la respuesta correcta no cambiaba esa duración. A este tipo de ensayos se les conoce como de corrección.

Este tipo de procedimiento nos arroja como producto curvas psicofísicas, que se ajustan particularmente a una función sigmoïdal. La curva psicofísica producida por la fase de generalización proporciona el punto de igualdad subjetiva que también se conoce como punto de bisección (PB), entendiéndose éste como una regularidad empírica, de 2.0", 4.0", 6.0" y 8.0" respectivamente a cada par de duraciones de la tabla 1. El patrón en estos datos permite predecir el punto de igualdad subjetiva en futuros trabajos empíricos. El punto de igualdad subjetiva por lo general cae, con sus respectivas variantes, en la media geométrica, tomando en cuenta la duración del estímulo corto y largo, calculada como: la raíz cuadrada de su producto.



**Figura 2.** Adaptado de Church y Deluty (1977). En el eje de las abscisas tenemos los cuatro pares de duraciones estandarizadas a unidades logarítmicas y en el eje de las ordenadas se muestra el porcentaje de respuestas a la duración larga de los cuatro pares de duraciones.

El punto de igualdad subjetiva o punto de bisección puede ser definido como la duración de una señal en la que el sujeto a través de su índice de discriminación no puede distinguir si la duración pertenece a una señal corta o a una larga. Para un ejemplo de lo anterior, ver la figura 2.

Como se puede observar en el eje de las  $x$  se presentan las duraciones estandarizadas y es visible la regularidad de superposición de las gráficas psicofísicas entre distintos pares de duraciones, manteniendo la razón constante entre estos que fue de 1 a 4. Church (2002) hace un recuento a través de seis pasos de lo que esta tarea pionera otorgó al análisis conductual:

1. Simetría. La función psicofísica de proporción de respuestas al estímulo de duración larga es una ojiva, la cual es aproximadamente simétrica sobre una escala logarítmica de tiempo.
2. Media geométrica. El punto de bisección (PB) se encuentra cerca de la media geométrica en función del intervalo de tiempo corto y del intervalo de tiempo largo.
3. Estimación temporal proporcional. El punto de bisección incrementa aproximadamente de forma lineal con la media geométrica del intervalo de reforzamiento corto y del intervalo de reforzamiento largo.
4. Variabilidad escalar. La desviación estándar del punto de bisección incrementa aproximadamente de forma lineal con la duración de los estímulos.
5. Ley de Weber. El coeficiente de variación (la desviación estándar dividida por la media) del punto de bisección es aproximadamente constante.
6. Superposición. Las funciones psicofísicas de todos los rangos se superponen cuando la duración de un estímulo es dividido por el punto de bisección (el cual a menudo está cerca de la media geométrica).

Estas regularidades descritas han ayudado a comparar los hallazgos de diversas manipulaciones, por ejemplo, los factores que afectan la motivación vs tiempo; sin embargo, históricamente estos factores han sido considerados como independientes. Por ejemplo, Roberts (1981) propuso un modelo simple de estimación temporal en el que el tiempo de presentación de la comida incide en el reloj y en la comparación (de tiempo percibido y esperado), mientras que la probabilidad de alimento afecta a otros procesos tales como la motivación. Los efectos sobre el reloj se propusieron para alterar la posición de la función de respuesta

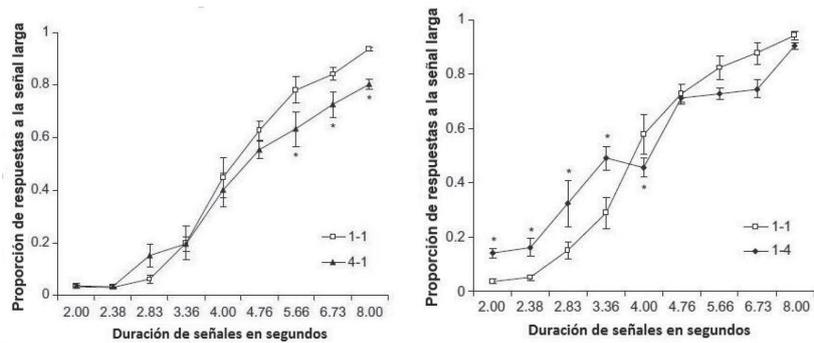
y los efectos sobre otros procesos fueron propuestos para alterar la tasa de respuesta. Sin embargo, incluso en el artículo de Roberts, hubo una observación relacionada al efecto de la motivación en la estimación temporal. En su Experimento 3, las ratas fueron pre-alimentadas antes del inicio de la fase de prueba en el procedimiento de pico. Durante las pocas sesiones iniciales de la fase de prueba, hubo un desplazamiento hacia la derecha notable en el tiempo de pico junto con una disminución en la tasa de respuesta, lo que sugiere que la manipulación pre-alimentación había alterado la estimación temporal. Más recientemente, una serie de estudios han demostrado efectos de las variables motivacionales en los procesos de estimación temporal, lo que indica que la motivación y el tiempo no son independientes (Galtres y Kirkpatrick, 2010; Ward y Odum, 2007).

Ward y Odum (2007), hicieron uso de un procedimiento de igualación a la muestra simbólica demorada (bisección temporal), en el cual se entrenó a cuatro pichones en un proceso en el que unas luces se tenían que asociar a sus respectivas duraciones como tonos. Se entrenó a los pichones a una línea base de un procedimiento de discriminación para después introducirlos a cuatro distintas manipulaciones que actuaban como alteradores. Éstas alteraciones consistían en: 1) alimentar al organismo con 30 gramos de comida antes de iniciar la sesión, 2) otorgar al organismo comida durante los intervalos entre ensayos, 3) una distracción, que consistía en cambiar el encendido y apagado de la tecla central y, 4) la inserción de ensayos de extinción. Sus resultados sugieren que la ejecución de la discriminación temporal en la línea base (sin alteración alguna) fue constante, mientras que en las fases de manipulación-alteración se observaron claros aplanamientos y disminución de las pendientes temporales. Las manipulaciones como alteradoras, generaron un cambio en el rendimiento temporal de los organismos.

Galtres y Kirkpatrick (2010), empleando ratas como sujetos, programaron una tarea de discriminación temporal utilizando duraciones de 2.0" y 8.0" para los dos grupos de sujetos en los que se dividió, con la intención de explicar cómo es que se comporta la estimación temporal ante manipulaciones como cambios en el incremento de la magnitud de reforzamiento para alguna de las dos duraciones.

En la fase de entrenamiento inicial la tarea consistía en discriminar entre una duración corta de 2.0" con la palanca izquierda y una duración larga de 8.0" con la palanca derecha, con sus respectivos ensayos de corrección. En la fase de generalización o *línea base* se introdujeron ensayos de duraciones intermedias sin reforzar, que en total fueron siete duraciones y no cinco como lo hicieron Church y Deluty (1977). Las duraciones de 2.0" y 8.0" siguieron reforzándose con un pellet por cada respuesta correcta, con ensayos de corrección como en el entrenamiento. Dentro de esta fase se tuvieron 15 sesiones distribuidas en tres bloques de cinco sesiones y, en cada bloque hubo un reentrenamiento con corrección para mantener índices de discriminación altos. Habiendo pasado las dos tareas anteriores, se introdujo la fase de generalización con manipulación de la *magnitud* de reforzamiento. Este punto era exactamente igual a la generalización de línea base, sin embargo el cambio se hizo cuando a los dos grupos se les aumentó la magnitud de reforzamiento de 1 a 4 pellets por cada respuesta correcta. Dado que ambos grupos de ratas tenían la misma estructura de tarea de bisección temporal de 2.0" como *duración corta* y 8.0" como *duración larga*, las etiquetas siguientes nos expresan a qué grupo se le reforzaba con 4 pellets la respuesta correcta la duración corta y a cual la duración larga: Grupo A: 1 - 4 y, Grupo B: 4 - 1.

Por lo tanto el grupo A recibía 1 pellet por cada respuesta correcta en la duración de 2.0", y 4 pellets por cada respuesta correcta en 8.0". Al grupo B se le entregaban 4 pellets por cada respuesta correcta en 2.0", y únicamente 1 pellet como reforzador a la respuesta correcta de la duración de 8.0". La manipulación específica de magnitud de recompensa era, en general, incrementar de 1 a 4 pellets únicamente una duración de la tarea de bisección temporal, manteniendo la restante con un solo pellet como reforzador. La figura 3 nos ilustra los resultados de una forma gráfica.



**Figura 3.** Adaptado de Galtress y Kirkpatrick (2010). En el eje de las abscisas hay siete duraciones intermedias que oscilan entre dos intervalos 2.0" y 8.0" y, en el eje de las ordenadas se señala el porcentaje de respuestas a la duración larga. La grafica izquierda muestra la manipulación de magnitud de reforzamiento en círculos negros en donde la duración de 8.0" es la que recibe 4 pellets (1 – 4) y, la gráfica de la derecha en triángulos negros expone que ahora es 2.0" la que recibe 4 pellets (4 – 1). Las duraciones complementarias en ambos grupos se mantienen con sólo 1 pellet como reforzador. Los círculos vacíos corresponden a la línea base.

Puede observarse que las funciones psicofísicas se ven distintas en la manipulación de magnitud de reforzamiento en los dos grupos de roedores, al parecer sucede un aplanamiento al compararlas con la línea base. A través de los parámetros de punto de bisección y umbral diferencial, obtenidos y expresados en el estudio reportado, se puede inferir que hubo cambios en las funciones psicofísicas y que estos cambios fueron más notorios en el PB de 4 – 1, ya que éste cambió de 4.38 a 4.80, alejándose aún más de la media geométrica, que es 4. Este tipo de procedimiento nos da cierta información acerca de cómo actúa la estimación del tiempo cuando las magnitudes de reforzamiento cambian. Algunas otras manipulaciones en la magnitud o valor de reforzamiento en donde la estimación temporal se ve alterada han sido reportadas (ver Roberts, 1981; Ward y Odum, 2006; Ward y Odum, 2007; y Galtress y Kirkpatrick, 2009).

Dada la crucial importancia de la comprensión de la relación entre las variables motivacionales y la estimación temporal, aunada a la escasa y controvertida literatura limitada en esta área, justifica una mayor investigación. No obstante que escasos estudios previos en esta área han abordado la anterior relación, la gran mayoría no han intentado aislar los efectos de las manipulaciones del reforzamiento en el tiempo y su papel en las regularidades psicofísicas reportadas (Church, 2002). Por lo tanto, la presente serie de experimentos buscó probar si las manipulaciones de magnitud y/o valor del reforzamiento producirían efectos sobre la estimación temporal y trató de identificar la naturaleza de esos efectos a través de un análisis cuantitativo detallado de las respuestas y su relación con algunos parámetros y propiedades psicofísicas.

En conclusión, los trabajos realizados hasta ahora han permitido conocer más sobre las similitudes y diferencias entre la discriminación, sensibilidad al reforzamiento y algunas magnitudes específicas. En algunos de los casos, parece ser que el procedimiento de bisección ha sido el más adecuado para obtener hallazgos confiables a pesar de las dificultades que surgen al hacer comparaciones entre magnitud del reforzamiento y varios parámetros de estimación temporal.

### **Propuesta experimental**

A partir de la revisión de la evidencia empírica que se presentó, se propuso un estudio comparativo donde se evaluaron al menos dos aspectos. El primero consistió en analizar la tarea clásica de bisección temporal, pero a lo largo de varios pares de duraciones con diferentes condiciones de entrenamiento evaluando las propiedades del principio escalar y varios de los parámetros reportados a través de esta tarea de discriminación temporal. El segundo aspecto a estudiar estuvo relacionado con el papel que juegan las variaciones en la magnitud o en la probabilidad de reforzamiento en la misma tarea. Cabe aclarar que en este trabajo los distintos pares a discriminar mantuvieron una razón constante y lo que varió a lo largo de las condiciones fue su diferencia absoluta. En estas discriminaciones de bisección, las cuatro propiedades del prin-

cipio escalar que se evaluaron fueron: proporcionalidad, variabilidad escalar, constante de Weber e invariancia escalar.

La pregunta de investigación que se propuso fue la siguiente ¿Qué relación hay entre las distintas discriminaciones temporales y cambios en la magnitud de reforzamiento, con base en las cuatro propiedades del principio escalar en tareas de bisección independientes para cada par a discriminar y con cada magnitud de reforzamiento?

## **Método**

### *Sujetos*

Se utilizaron 8 ratas de la cepa Wistar del bioterio de la Facultad de Psicología, de seis meses de edad y aproximadamente 300 gramos de peso al inicio del experimento, fueron mantenidos al 80% de su peso *ad libitum*. Distribuidas en cuatro grupos (ver tabla 3). Mantenidos con un ciclo invertido de luz-oscuridad de 12-12 horas, con temperatura y humedad constantes y condiciones estándar de laboratorio. Además que el experimento fue conducido bajo la Norma Oficial Mexicana (NOM-062-Z00-1999) para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio.

### *Aparatos*

Se emplearon seis cajas de condicionamiento operante estandarizadas, cuyas medidas son 28 cm de largo, 21.5 cm de ancho y 21 cm de alto en función de las rejillas colocadas en la parte inferior de la caja funcionando como piso. Las cajas contaron con dos palancas al frente de la caja en las que registraron respuestas, ubicadas a una altura de 13.5 cm, con una separación de las paredes laterales de 2 cm y entre ellas de 8 cm. Además se colocaron dos luces circulares, cada una arriba de cada palanca a una separación de las mismas de 4 cm; la luz izquierda era color amarilla y la derecha era color blanco. En medio de las palancas, justo por debajo de ellas se encontraba el comedero. En la pared trasera se ubicó la luz general, a una altura respecto al piso de aproximada-

mente 16.5 cm. Además se usó un tono de 70 decibeles. El control de los estímulos y el registro de las respuestas se realizó con una computadora personal Pentium II conectada a una interface MED-PC (Med Associates, St. Albans, VT).

*Procedimiento*

La tarea de discriminación temporal utilizada fue la de bisección temporal. En esta tarea se utilizaron cuatro pares de duraciones para ensayos de entrenamiento, con cinco duraciones intermedias para los ensayos de generalización.

*Tabla 2*

Duración de las señales, en las tres columnas de la izquierda se tienen las duraciones para entrenamiento con su respectivo grupo y se indica que palanca es precisamente la que siempre se refuerza con 4 pellets.

En la columna cuatro de izquierda a derecha aparecen las cinco respectivas duraciones de las señales para generalización.

	<i>Duraciones de señales entrena PALANCA IZQUIERDA (1 pellet)</i>	<i>Duraciones de señales entrena PALANCA DERECHA (4 pellets)</i>	<i>Duraciones de las señales generalización</i>
GRUPO 1	0.5"	2.0"	0.63", 0.80", 1.01", 1.28", 1.60"
	2.0"	0.5"	
GRUPO 2	1.0"	4.0"	1.25", 1.58", 2.00", 2.54", 3.20"
	4.0"	1.0"	
GRUPO 3	2.0"	8.0"	2.52", 3.17", 4.00", 5.04", 6.35"
	8.0"	2.0"	
GRUPO 4	3.0"	12.0"	3.78", 4.76", 6.00", 7.56", 9.52"
	12.0"	3.0"	

### *Pre – entrenamiento*

Todos los organismos pasaron por un procedimiento de moldeamiento, desde aproximaciones sucesivas, pasando por razón fija 1 y hasta 40 reforzadores. Posteriormente pasaron a un moldeamiento alterno 1 y así, sucesivamente hasta que llegaron a moldeamiento alterno 20. En éste, el criterio para el moldeamiento alterno fue obtener igualmente 40 reforzadores y que además las respuestas entre ambas palancas -izquierda y derecha- no tuvieran entre ellas una variación mayor al 15 %.

### *Entrenamiento Inicial*

Todas las ratas recibieron 60 ensayos de entrenamiento por sesión, con 0.5 de probabilidad de ocurrencia tanto para la duración corta como para la duración larga. Estos ensayos fueron de corrección y hasta no haber ejecutado la respuesta correcta los sujetos no pasaban al siguiente ensayo. El criterio de discriminación satisfactorio establecido fue de 0.80 durante tres días o de 0.75 durante cinco días consecutivos. Se programaron cuatro pares de duraciones a discriminar. En total se formaron cuatro grupos debido a los respectivos contrabalanceos de cada par de duraciones.

Los ensayos de entrenamiento consistieron en la aparición de un tono, con la duración de cada intervalo según se muestra en la tabla 2, que dependiendo del caso estaba asociado a la palanca izquierda o derecha (o su respectivo contrabalanceo). Por ejemplo, en el par de duración 1.0"-4.0" de la tabla 2, la duración 1.0" era asociada a una respuesta en la palanca izquierda para ser correcta, y la duración 4.0" era asociada a otra respuesta en la palanca derecha para cumplir el mismo fin.

Una respuesta correcta, tanto para una duración corta como para una duración larga, dio como consecuencia la entrega de 1 pellet con probabilidad de 1.0; el sujeto podía responder durante un intervalo de 20" después de la terminación de los tonos corto o largo según fuera el caso.

Respuestas correctas o incorrectas daban comienzo al intervalo entre ensayos (IEE) que fueron presentados de forma aleatoria y que po-

drían ser duraciones de: 5", 10", 15", 20" o 25", en donde se apagaron todas las luces y tonos de la cámara experimental.

La asignación de las señales de duración para palancas izquierda o derecha fueron contrabalanceadas a través de las ratas. Los ensayos de corrección consistieron en la repetición de la duración del ensayo anterior y éstos se repetían hasta hacer la elección de presionar la palanca correcta y hasta ese entonces la recompensa se entregaba.

*Entrenamiento Final: disminución de probabilidad de reforzamiento y eliminación de ensayos de corrección.*

Dentro de esta fase, la mitad de los sujetos entraban a *disminución de probabilidad de reforzamiento* y la otra mitad a *eliminación de ensayos de corrección*. La asignación a las dos tareas fue contrabalanceada a través de los sujetos y los cuatro pares de duraciones.

- a) *Disminución de probabilidad de reforzamiento*: esta manipulación fue exactamente igual al entrenamiento descrito previamente, sin embargo aquí no se entregó 1 pellet de reforzamiento con probabilidad de 1.0, sino 1 pellet con probabilidad de entrega de 0.75. La distinción radica justo en que la probabilidad de reforzamiento disminuye para cada respuesta correcta.
- b) *Eliminación de ensayos de corrección*: esta manipulación fue exactamente igual al entrenamiento previamente descrito, sin embargo aquí no hubo ensayos de corrección. Cada que se ejecutaba una respuesta incorrecta se iniciaba un IEE directamente, y se asignaba aleatoriamente la duración a estimar del siguiente ensayo, que podía ser otro y no precisamente el mismo en el que ocurrió el error.

*Generalización / línea-base*

En esta parte del procedimiento hubo dos posibles opciones de la tarea. La primera de ellas corresponde a *generalización 75%-25% con 50%-50%* y la otra a *generalización 50%-50% con 75%-25%*. Ambas opciones de generalizaciones tenían 80 ensayos por sesión. Los ensayos de entrenamiento únicamente otorgaban 1 pellet por cada respuesta

correcta tanto para duración corta como para duración larga. Se utilizaron cinco duraciones espaciadas semilogarítmicamente de acuerdo a Church y Deluty (1977) y no como lo plantea Galtress y Kirkpatrick (2010) con siete (ver tabla 2 y 3 para mayores detalles).

Se corrieron diez sesiones de generalización en dos bloques de cinco sesiones. La mitad de los sujetos inició la fase generalización con el tipo 1 (75%-25% con 50%-50%) y la mitad restante inició con el tipo 2 (50%-50%-75%-25%). Hubo sesiones de re-entrenamiento con corrección entre bloques para mantener los índices de discriminación propuestos. Dado lo anterior las manipulaciones quedaron de la siguiente manera:

1. Bloque 1 de 5 sesiones de 75%-25% y Bloque 2 de 5 sesiones de 50%-50%.
2. Bloque 1 de 5 sesiones de 50%-50% y Bloque 2 de 5 sesiones de 75%-25%.

A continuación se explica más detalladamente como operaban específicamente las generalizaciones:

- a) *Generalización 75%-25%*: los ensayos de entrenamiento equivalían al 75% de los ensayos totales (56 ensayos aproximadamente) como los del entrenamiento), y 25% de los ensayos totales (24 ensayos aproximadamente) sin reforzar, pertenecían a las cinco duraciones espaciadas semilogarítmicamente inherentes a cada uno de los cuatro pares de duraciones programadas en la parte de entrenamiento descrita.
- b) *Generalización 50%-50%*: los ensayos de entrenamiento equivalían al 50% de los ensayos totales (40 ensayos aproximadamente como los del entrenamiento) y 50% de los ensayos totales (40 ensayos aproximadamente) sin reforzar, pertenecían a las cinco duraciones espaciadas semilogarítmicamente inherentes a cada uno de los cuatro pares de duraciones programadas en la parte de entrenamiento.

Ambas generalizaciones mantuvieron aleatoriamente el IEE de 5.0", 10.0", 15.0", 20.0" y 25.0" tanto para respuestas correctas como para respuestas incorrectas.

### Generalización / manipulación magnitud

Este punto fue igual al de generalización de línea base, con dos posibles opciones de programas de generalización. Sin embargo, el cambio se hacía cuando a los dos grupos: 75%-25% y 50%-50%, se les aumentaba la magnitud de reforzamiento en los ensayos correspondientes a entrenamiento, que se tenían en la línea base de 1 - 1 a 1 - 4 o a 4 - 1 pellets por cada respuesta correcta, según fuera el caso; esto aplicaba únicamente para los ensayos de corrección como los de la fase de entrenamiento. Los ensayos con señales de duraciones intermedias seguían sin reforzarse.

Dado que todos los grupos de sujetos pasaban por la misma tarea de bisección temporal con una *duración corta* y otra *duración larga*, las etiquetas siguientes nos indican a qué grupo se le reforzaba con 4 pellets la respuesta correcta a la duración corta y a cual la duración larga (ver tablas 2 y 3 para mayor detalle).

- grupo a) 1 - 4
- grupo b) 4 - 1

En la tabla 3 se muestra la fase 1 corresponde al entrenamiento con probabilidad de reforzamiento de 1.0 y con ensayos de corrección. La fase 1A corresponde al entrenamiento con probabilidad de reforzamiento de 0.75 y con ensayos de corrección. La fase 1B corresponde al entrenamiento con probabilidad de reforzamiento de 1.0 pero sin ensayos de corrección. La fase 2 (misma magnitud de reforzamiento) y 3 (distinta magnitud de reforzamiento) corresponden cada una a 5 sesiones de generalización del tipo 75%-25% (75% de ensayos de entrenamiento y 25% de generalización) y 5 sesiones del tipo 50%-50% (50% de ensayos de entrenamiento y 50% de generalización), según sea el caso en el que se inició y en el que se terminó la fase. Teniendo al final 10 sesiones de generalización para misma magnitud de reforzamiento y 10 sesiones para distinta magnitud. En cada bloque de 5 sesiones había un re-entrenamiento del tipo 1, con ensayos de corrección y con probabilidad de reforzamiento de 1.0, tanto para la generalización de misma magnitud de reforzamiento como de distinta. Del lado izquierdo de la tabla

se muestran las duraciones de las señales, asociadas tanto a palanca izquierda como a la derecha. En la fase 3 siempre se reforzaba la duración asociada a la palanca derecha con 4 pellets como reforzador a una respuesta correcta y la palanca izquierda se mantuvo con únicamente 1 pellet como reforzador a determinada respuesta correcta. Enseguida aparecen 5 duraciones espaciadas semilogarítmicamente por una diferencia de 0.1, las cuales componen los programas de generalización.

#### *Análisis de resultados*

En la fase de entrenamiento se obtuvieron los índices de discriminación para las duraciones cortas y largas (aciertos/total de ensayos) para cada tipo de entrenamiento (inicial y final). Estos índices se analizaron dentro de las manipulaciones en la fase de entrenamiento en función de la probabilidad de reforzamiento y también en función del papel de las consecuencias comparándolos con el entrenamiento que contaba con probabilidad de reforzamiento de 1.0 y con ensayos de corrección.

Posteriormente se obtuvieron los parámetros y curvas psicofísicas, a partir de los datos obtenidos en la fase de generalización, se les ajustó la siguiente función sigmoidea de tres parámetros  $f = a / (1 + \exp(-(x - x_0)/b))$ . Donde  $x$  es la duración del estímulo,  $a$  es el valor máximo de la función,  $x_0$  es el punto de bisección (la duración de tiempo a la cual  $p$  (LARGO) = 0.5) y  $b$  es un parámetro para la pendiente. Se analizaron tomando como punto de partida las regularidades descritas previamente por Church (2002). Se realizaron comparaciones entre los cuatro tipos de pares de discriminación, tanto para la condición sin magnitud de reforzamiento como para la condición de manipulación con magnitud.

Finalmente se compararon los parámetros de punto de igualdad subjetiva, limen y fracción de Weber, y se evaluaron las propiedades de variabilidad escalar, el coeficiente de variación e invarianza escalar entre la condición de misma magnitud de reforzamiento y la de distinta magnitud de reforzamiento a lo largo de los cuatro tipos de pares a discriminar.

Tabla 3  
Fases por las cuales pasaban los sujetos (véase detalle en texto)

GRUPOS (SUJETOS)	PAR DE SEÑALES	CINCO SEÑALES	CRITERIOS DE APRENDIZAJE: 0.80 3 1 1A 1B	GENERALIZACIÓN MISMA MAGNITUD DE REFORZAMIENTO CON 5 SESIONES DE 5 SECS. TIPO 25%-25% 2 2A 2B	GENERALIZACIÓN DISTINTA MAGNITUD DE REFORZAMIENTO CON 5 SESIONES DE 5 SECS. TIPO 25%-25% 3 3A 3B 3C
GRUPO 1 01 y 20	0.5" - 2.0" 1.01", 1.26", 1.60"	DURACIONES INTERMEDIAS DE ENTRENAMIENTO FLECUJEN 0.55", 0.89", 1.01", 1.26", 1.60"	ENTRENA. CONCOR. PROG-1.0 1B ENTRENA. CONCOR. PROG-1.0 1A	ENTRENA. CONCOR. PROG-1.0 2A 5 SESIONES DE ENTRENA. CONCOR. PROG-1.0 TIPO 25%-25% 2B 5 SESIONES DE ENTRENA. CONCOR. PROG-1.0 TIPO 50%-50% 2C	ENTRENA. CONCOR. PROG-1.0 3B 5 SESIONES DE ENTRENA. CONCOR. PROG-1.0 TIPO 50%-50% 3C ENTRENA. CONCOR. PROG-1.0
GRUPO 2 03 y 31	1.0" - 4.0" 1.25", 1.58", 2.00", 2.54", 3.20"	1.25", 1.58", 2.00", 2.54", 3.20"	SUJ.: 03 SUJ.: 31	TODOS SUJ.: 03 SUJ.: 31	TODOS SUJ.: 03 SUJ.: 31
GRUPO 3 02 y 08	2.0" - 8.0" 2.57", 3.17", 4.00", 5.04", 6.35"	2.57", 3.17", 4.00", 5.04", 6.35"	SUJ.: 02 SUJ.: 08	TODOS SUJ.: 02 SUJ.: 08	TODOS SUJ.: 02 SUJ.: 08
GRUPO 4 09 y 16	3.0" - 12.0" 3.78", 4.76", 6.00", 7.56", 9.32"	3.78", 4.76", 6.00", 7.56", 9.32"	SUJ.: 09 SUJ.: 16	TODOS SUJ.: 09 SUJ.: 16	TODOS SUJ.: 09 SUJ.: 16

## Resultados

Los resultados para los diferentes tipos de entrenamientos se muestran en las figuras 4 y 5. Cada panel de la figura representa la adquisición del índice de discriminación para cada uno de los sujetos tanto para la primera como para la segunda condición, respectivamente. Diamantes cerrados y líneas continuas corresponden a índices de respuestas correctas para duraciones largas (Cor Largo). Cuadrados abiertos y líneas punteadas corresponden a índices de respuestas correctas para duraciones cortas (Cor Corto). Dentro de cada panel se muestran los índices a la izquierda de la línea vertical, representan entrenamientos con corrección y con probabilidad de reforzamiento de 1.0 (EN CC PROB 1.0). Los índices a la derecha de esa misma línea representan entrenamientos con corrección y con probabilidad de reforzamiento de 0.75 (EN CC PROB 0.75) y entrenamientos sin corrección y con probabilidad de reforzamiento de 1.0 (EN SC PROB 1.0), según corresponda.

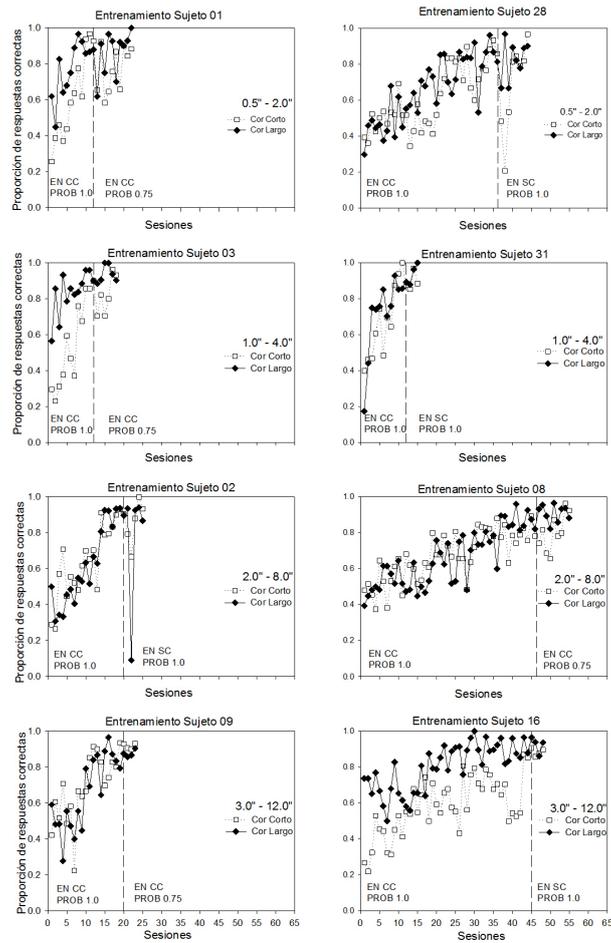
Las tablas 4 y 5 muestran con precisión el número de sesiones que requirió cada sujeto para alcanzar los criterios establecidos en cada una de las diferentes etapas de entrenamiento, tanto para la primera y segunda condición respectivamente.

*Tabla 4*

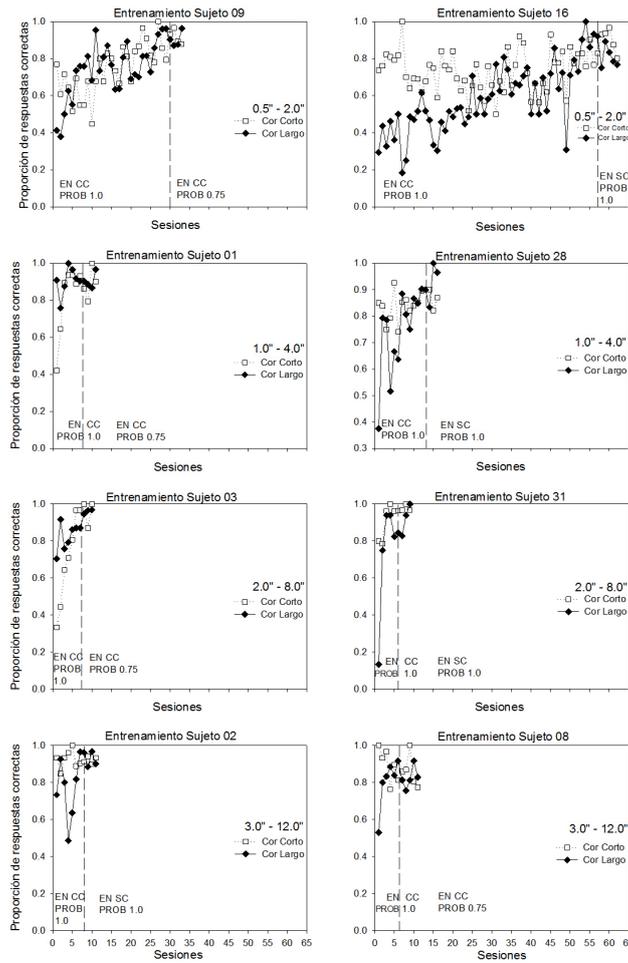
Condición 1, inicial. La tabla muestra con precisión el número de sesiones que requirió cada sujeto para alcanzar los criterios establecidos en cada una de las tres etapas de entrenamiento, según el caso, para la primera condición.

Condición	Suj	Sesiones	Sesiones	Sesiones	Sesiones Totales	Totales por condición
		EN CC PROB 1.0	EN CC PROB 0.75	EN SC PROB 1.0		
0.5 - 2.0	1	12	10		22	
0.5 - 2.0	28	36		8	44	66
1.0 - 4.0	3	12	6		18	
1.0 - 4.0	31	12		3	15	33
2.0 - 8.0	2	20		5	25	
2.0 - 8.0	8	46	9		55	80
3.0 - 12.0	9	20	3		23	
3.0 - 12.0	16	45		3	48	71
Promedio		25.375	7	4.75	31	250

Reforzamiento y estimación temporal



**Figura 4.** En el eje de las abscisas se muestran el número de sesiones y en las ordenadas, los índices de discriminación de la primera condición. Cuadrados y líneas discontinuas corresponden a índices de respuestas correctas para duraciones cortas (Cor Corto). Diamantes y líneas continuas corresponden a índices de respuestas correctas para duraciones largas (Cor Largo).



**Figura 5.** En el eje de las abscisas se muestran el número de sesiones y en las ordenadas, los índices de discriminación de la segunda condición. Cuadrados y líneas discontinuas corresponden a índices de respuestas correctas para duraciones cortas (Cor Corto). Diamantes y líneas continuas corresponden a índices de respuestas correctas para duraciones largas (Cor Largo).

Tabla 5

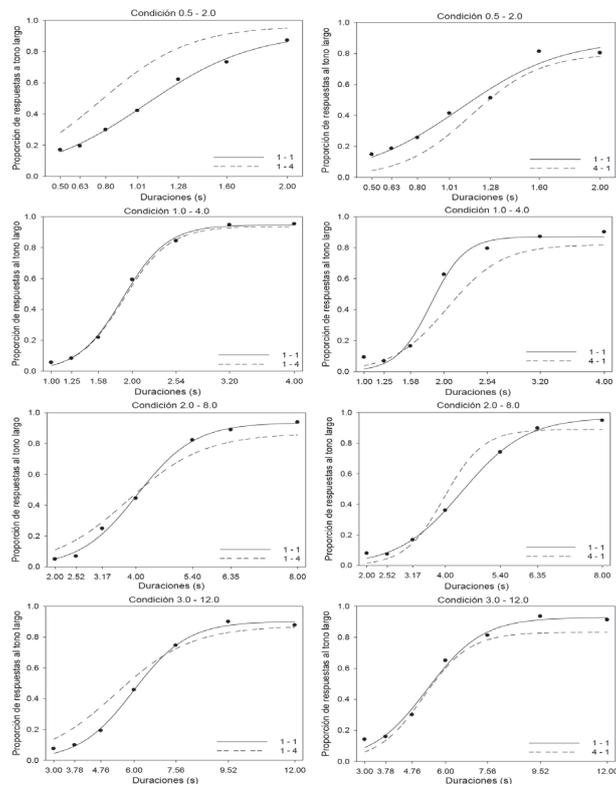
Condición 2, final. La tabla muestra con precisión el número de sesiones que requirió cada sujeto para alcanzar los criterios establecidos en cada una de las tres etapas de entrenamiento, según el caso, para la segunda condición.

Condición	Suj	Sesiones	Sesiones	Sesiones	Sesiones Totales	Totales por condición
		EN CC PROB 1.0	EN CC PROB 0.75	EN SC PROB 1.0		
0.5 - 2.0	9	30	3		33	
2.0 - 0.5	16	57		5	62	95
1.0 - 4.0	1	6	5		11	
4.0 - 1.0	28	13		3	16	27
2.0 - 8.0	3	7	3		10	
8.0 - 2.0	31	6		3	9	19
3.0 - 12.0	2	8		3	11	
12.0 - 3.0	8	6	5		11	22
Promedio		16.625	4	3.5	20.375	163

Posteriormente se presentan funciones de ajustes sigmoidales representando las gráficas de la fase de generalización. Las líneas continuas con etiquetas 1-1 indican una misma magnitud de reforzamiento tanto para duración corta como para duración larga, representando la línea base; las líneas punteadas con etiquetas 1-4 significan que el tono de duración larga es el que recibió 4 pellets de reforzamiento por cada respuesta correcta precisamente en la duración larga y, cuando la etiqueta es 4-1 significa que la duración corta es la opción que recibió 4 pellets de reforzamiento por cada respuesta correcta justo en la duración corta (Figura 6).

En las gráficas de generalización mostradas para los cuatro pares de duraciones: 0.5"-2.0", 1.0"-4.0", 2.0"-8.0" y 3.0"-12.0" (paneles horizontales para cada par de duración), las generalizaciones con la misma magnitud de reforzamiento (1-1) utilizadas como línea base, otorgaban un pellet de reforzamiento por cada respuesta correcta tanto para duración corta como larga, dos gráficas para cada par de duración, respecti-

vamente. Las generalizaciones en donde la magnitud de reforzamiento se manipula (1-4 o 4-1, líneas punteadas), de una línea base de 1-1 a 1-4, en donde la duración larga pasa de recibir un pellet como reforzamiento a cuatro, o de 4-1 en la cual la duración corta es la que por cada respuesta correcta, recibió cuatro pellets de reforzamiento.



**Figura 6.** Muestra las fases de generalización graficadas para la proporción de respuestas a la duración larga a través de funciones de ajuste sigmoiales para la misma magnitud de reforzamiento con línea continua (1-1) y distinta magnitud de reforzamiento con línea punteada (1-4 izquierda y 4-1 derecha). El eje de las abscisas muestra las siete duraciones, dos de cada condición en los extremos y cinco intermedias.

Para identificar si había cambios significativos entre el parámetro punto de igualdad subjetiva, o punto de bisección (PB), de misma magnitud de reforzamiento (PB MM) y distinta magnitud de reforzamiento (PB DM) de los ajustes sigmoidales, se realizó una análisis de varianza de medidas repetidas con dos factores: PB con dos niveles (PB MM y PB DM) y por condición (0.5"-2.0", 1.0"-4.0", 2.0"-8.0" y 3.0"-12.0"). En la comparación del PB MM y PB DM no se encontraron diferencias significativas [ $F(1,4)=.56, p=.49$ ]. Sin embargo, la comparación entre las cuatro condiciones sí fue significativa [ $F(3,4)=225.47, p=\leq.05$ ], (ver tabla 6 y figura 7). Por otra parte, al comparar PB por Condición, no se encuentran diferencias significativas [ $F(3,4)=.68, p=.60$ ].

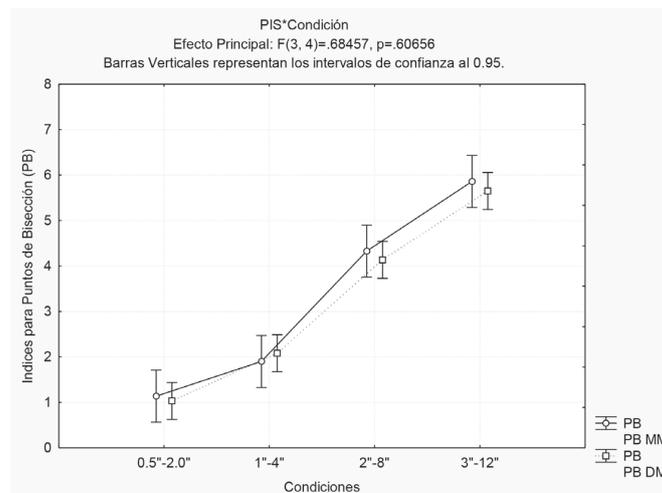
Tabla 6

Promedios, desviaciones estándar y coeficientes de variación de punto de bisección tanto para misma magnitud (PB MM) como para distinta magnitud (PB DM), acomodados por condición

Condición		PB MM	Media	Desv. Est.	Coef. de var.		PB DM	Media	Desv. Est.	Coef. de var.
0.5" - 2.0"	1 - 1	1.10				1 - 4	0.78			
0.5" - 2.0"	1 - 1	1.16	1.13	0.04	0.04	4 - 1	1.27	1.03	0.34	0.33
1.0" - 4.0"	1 - 1	1.91				1 - 4	1.94			
1.0" - 4.0"	1 - 1	1.88	1.90	0.02	0.01	4 - 1	2.21	2.08	0.19	0.09
2.0" - 8.0"	1 - 1	4.20				1 - 4	4.16			
2.0" - 8.0"	1 - 1	4.45	4.32	0.18	0.04	4 - 1	4.10	4.13	0.04	0.01
3.0" - 12.0"	1 - 1	6.24				1 - 4	5.72			
3.0" - 12.0"	1 - 1	5.46	5.89	0.55	0.09	4 - 1	5.57	5.64	0.10	0.01

Para los parámetros de limen y fracción de Weber se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas para verificar si había diferencias significativas entre el parámetro umbral diferencial, limen y fracción de Weber (FW), de misma magnitud (MM) y los de distinta magnitud (DM). Tanto en limen como en fracción de Weber no se encontraron diferencias significativas, sin embargo en los análisis por condición, al comparar las distintas condiciones, sí se hallaron diferencias

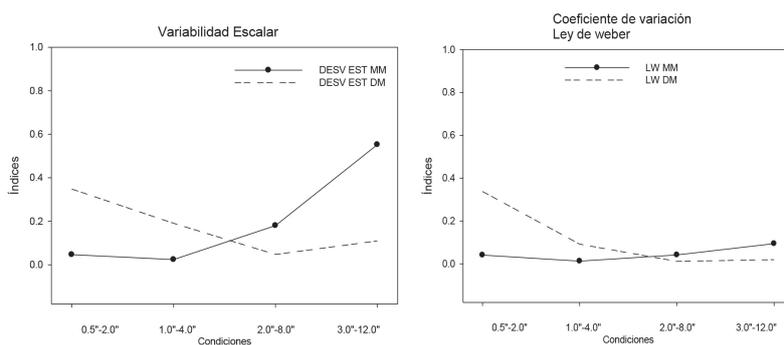
significativas en ambos parámetros en limen [ $F(3,4)=36.57, p= \leq .05$ ], y fracción de Weber [ $F(3,4)=10.14, p= \leq .05$ ].



**Figura 7.** En el eje de las abscisas se muestran las cuatro condiciones y en las ordenadas la proporción de respuestas a la duración larga de los puntos de bisección (PB) MM y DM. Los círculos y línea continua muestran el puntaje de PB MM para cada condición y los cuadrados y línea punteada indica el puntaje para distinta magnitud de reforzamiento.

El principio de variabilidad escalar se presenta en el panel izquierdo de la figura 8 y se obtiene como resultado de la proporcionalidad. En el panel se muestran las desviaciones estándar para misma magnitud (puntos y línea continua) como para diferente magnitud de reforzamiento (líneas punteadas). Mediante esta relación se encuentra el tercer principio, que consiste en que la desviación estándar del punto de bisección varía como una fracción constante del mismo punto de bisección o bien, de la media de los estímulos presentados y se presenta en el panel derecho de la misma figura 8. A esta fracción constante se le denomina ley de Weber o coeficiente de variación (Church, 2003). En ambos paneles el eje de las X, se muestran las duraciones de las cuatro

condiciones experimentales y en Y, los índices de obtenidos para evaluar cada principio.



**Figura 8.** El panel de izquierda muestra las desviaciones estándar y el panel de la derecha muestra los coeficientes de variación para cada condición (cada par de duración), para misma magnitud (puntos y línea continua) como para diferente magnitud de reforzamiento (líneas punteadas). En el eje de las abscisas se muestran las duraciones de las cuatro condiciones experimentales.

La tabla 7 muestra los valores obtenidos para la evaluación del principio de invarianza escalar. Se realizó una superposición de las dos funciones de cada magnitud empleando el valor menor de cada rango de los estímulos de cada condición y posteriormente se graficaron los valores de cada condición de bisección (Figura 9).

Estas gráficas se construyeron con base en la proporción de respuestas “largo” en el eje de las ordenadas y el resultado de la división del valor presentado a los participantes entre el punto de bisección obtenido para esa tarea, en el eje de las abscisas. Los datos se superpusieron en las condiciones 2”-8” y 3”-12”, para las dos diferentes condiciones de magnitud 4-1 y 1-4, no así para las condiciones 0.5”-2” y 1”-4” (Fig. 9) donde la condición de magnitud de reforzamiento 4-1 siempre quedaba por debajo de las condiciones de magnitud de reforzamiento 1-1 y 1-4.

La tabla 8 muestra los valores obtenidos para los parámetros de LIMEN y FW, para los cuatro tipos de generalizaciones en misma y distinta magnitud.

*Tabla 7*  
 Datos que describen la superposición de los cuatro pares de duraciones, para misma y distinta manipulación de reforzamiento

	0.5"- 2.0"	0.5"- 2.0"	1.0"- 4.0"	1.0"- 4.0"	2.0"- 8.0"	2.0"- 8.0"	3.0"- 12.0"	3.0"- 12.0"
Duraciones	MM	DM	MM	DM	MM	DM	MM	DM
Corto	0.439	0.485	0.525	0.480	0.462	0.483	0.511	0.531
1	0.554	0.611	0.657	0.600	0.582	0.609	0.645	0.669
2	0.703	0.776	0.830	0.758	0.732	0.766	0.812	0.842
3	0.888	0.980	1.051	0.960	0.924	0.967	1.023	1.062
4	1.125	1.241	1.335	1.219	1.247	1.306	1.290	1.338
5	1.407	1.552	1.682	1.536	1.466	1.535	1.624	1.685
largo	1.758	1.940	2.103	1.920	1.848	1.934	2.047	2.124

Al realizar un análisis más exhaustivo que el anterior, al comparar el efecto de condición para los tres parámetros: PB, LIMEN y FW de misma magnitud contra distinta magnitud de reforzamiento, únicamente hallamos diferencias significativas en la condición 0.5"-2.0" y específicamente en la manipulación 1-1 vs 1-4 para PB, a través del análisis de ANOVA de una vía [ $F(1,2)=23.57, p= \leq .05$ ].

*Tabla 8*  
 Promedios de fracción de Weber (FW) y Limen (L) tanto para misma magnitud (MM) como para distinta magnitud (DM), presentados por condición.

Condición		FW MM	LIMEN MM		FW DM	LIMEN DM
0.5" - 2.0"	1 - 1	0.408	0.445	1 - 4	0.428	0.335
0.5" - 2.0"	1 - 1	0.381	0.448	4 - 1	0.391	0.507
1.0" - 4.0"	1 - 1	0.154	0.302	1 - 4	0.178	0.351
1.0" - 4.0"	1 - 1	0.155	0.288	4 - 1	0.295	0.664
2.0" - 8.0"	1 - 1	0.206	0.878	1 - 4	0.330	1.395
2.0" - 8.0"	1 - 1	0.216	0.959	4 - 1	0.161	0.665
3.0" - 12.0"	1 - 1	0.214	1.345	1 - 4	0.332	1.898
3.0" - 12.0"	1 - 1	0.229	1.245	4 - 1	0.412	2.327

Reforzamiento y estimación temporal

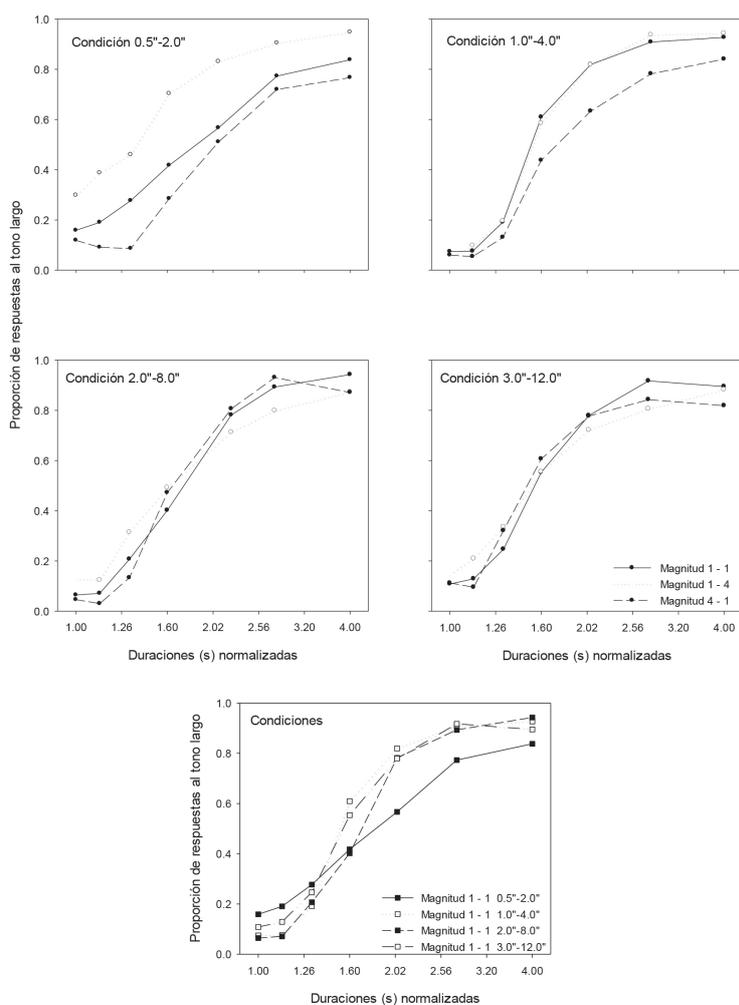


Figura 9. Proporción de respuestas “largo” graficadas contra el valor presentado dividido entre la duración de menor valor para cada magnitud. Los valores del eje de las abscisas de las cuatro gráficas se adaptaron a las características de los rangos de las magnitudes (valores más/menos espaciados) para poder ilustrar la forma de ambas funciones y el traslape que existe entre ellas.

### *Discusión (Entrenamientos)*

Al hacer un análisis sobre la fase de entrenamiento inicial, con la que todos los sujetos iniciaron este procedimiento, podemos destacar que por condición solo el par de duraciones 1"-4" requirió menos sesiones, tanto de *entrenamiento con corrección y probabilidad de reforzamiento 1.0* (EN CC PROB 1.0) como con *entrenamiento con corrección y probabilidad de reforzamiento de 0.75* (EN CC PROB 0.75) y de *entrenamiento sin corrección y probabilidad de 1.0* (EN SC PROB 1.0).

En cuanto al análisis de esta misma fase de entrenamiento inicial y la comparación con sus posteriores manipulaciones EN CC PROB 0.75 y EN SC PROB 1.0, en las cuatro condiciones se nota una clara diferencia, ya que EN CC PROB 1.0 se requiere de un mayor número de sesiones para alcanzar los criterios de discriminación establecidos en comparación con las otras dos manipulaciones restantes.

En la segunda condición de entrenamiento final, se aprecia que el par de duraciones 2"-8" es el que tiene un menor número de sesiones para los tres tipos de entrenamiento. En el análisis de comparación se encuentra lo mismo que en la condición anterior, ya que aquí EN CC PROB 1.0 les llevó un mayor número de sesiones en comparación las condiciones EN CC PROB 0.75 y EN SC PROB 1.0. Estos resultados de la primera y segunda manipulación (entrenamiento inicial y final respectivamente), son consistentes con varios hallazgos reportados en la literatura en relación con el mantenimiento de los índices de aciertos a pesar de bajar la probabilidad de reforzamiento tras cada ensayo correcto de discriminación en diversas tareas operantes (Catania, 1970; Dayan, Averbeck, Richmond, & Cohen, 2014; García, Gómez, Benjumea 2008; Gibbon, Farrell, Locurto, Duncan & Terrace, 1980; Gottlieb, 2004).

Al realizar comparaciones entre el entrenamiento inicial y el entrenamiento final, pero tomando en cuenta el orden por el que pasaron de pares de duraciones, observamos que al pasar de una discriminación menor a una discriminación mayor, por ejemplo de 0.5"-2" a 1"-4" ó 1"-4" a 2"-8", a la mayoría de los sujetos les lleva un menor número de sesiones adquirir la nueva discriminación, pero además el nivel de precisión (índice de discriminación) es mayor. Sin embargo si el en-

trenamiento iniciaba con la discriminación mayor, como en los sujetos 09 y 16, que comenzaron con la discriminación 3"-12" y obtuvieron 65 sesiones para EN CC PROB 1.0, y 6 sesiones para EN CC PROB 0.75 y EN SC PROB 1.0, según corresponda, teniendo en total 71 sesiones y, al cambiar a la discriminación 0.5"-2", los sujetos necesitaron 87 sesiones para EN CC PROB 1.0, y 8 sesiones para EN CC PROB 0.75 y EN SC PROB 1.0, acumulando un total de 95 sesiones. Por lo tanto cuando se pasa de un par de duración grande a una corta, la tarea se hace más difícil y llegar a la discriminación precisa requiere mayor número de sesiones.

#### *Discusión (Generalizaciones)*

La discusión referente a generalización se presenta de acuerdo al análisis propuesto por Church (2002). La tabla 6 nos muestra los puntos de bisección (PB) tanto para las condiciones con la misma magnitud (MM) como para las condiciones con distinta magnitud (DM) de reforzamiento. En ella se puede apreciar que tanto para los PB MM como para los PB DM, estos caen muy cerca de la media geométrica para cada par de duración, sin embargo el análisis estadístico no muestra diferencias significativas. Al comparar la discriminación temporal de misma magnitud de reforzamiento versus la discriminación temporal con distinta magnitud de reforzamiento respecto a los otros dos parámetros psicofísicos, umbral diferencial (LIMEN) y fracción de Weber (FW), expuestos en la tabla 8, tampoco se encontraron diferencias significativas.

En relación al análisis del mismo parámetro (PB) al analizar la interacción entre magnitud de reforzamiento PB MM y PB DM y condición (0.5"-2.0", 1.0"-4.0", 2.0"-8.0" y 3.0"-12.0") mostrado en la figura 7, no se presentan diferencias estadísticamente significativas, sin embargo sí se observa un cambio significativo si solo se analiza el factor Condición. Lo anterior sugiere que la estimación temporal proporcional (linealidad) se cumple, tomando como punto de referencia el PB. Es importante señalar además que esta propiedad de proporcionalidad se mantiene para ambas condiciones del factor de magnitud de reforzamiento.

El punto de variabilidad escalar, el cual propone que las desviaciones estándar de los PB crecerán más o menos de forma lineal acorde a los respectivos pares de duración, lo podemos cotejar en la tabla 6, referente una vez más a PB. Ésta nos expone las distintas desviaciones estándar tanto para misma magnitud de reforzamiento (MM) como para distinta (DM). Se puede inferir que la propiedad de variabilidad escalar se cumple para ambas condiciones de magnitud de reforzamiento; sin embargo podemos percatarnos de que en la condición 0.5"-2.0" se tiene una desviación estándar de 0.04 y para la siguiente condición de 1.0"-4.0", se tiene una desviación estándar de 0.02. Por lo tanto, este es un punto que va en contra de la variabilidad escalar sugerida líneas arriba, ya que de un valor alto se pasa a uno más bajo según el análisis sugerido para la variabilidad escalar por Church (2002). Este resultado en particular podría actuar como un dato exploratorio acerca de la naturaleza que compone a un procedimiento de bisección, cuando los cuatro pares de duraciones planteados por Church y Deluty (1977) cambian. Por lo tanto la variabilidad escalar (el crecimiento lineal de las desviaciones estándar) revisada y expuesta por Church (2002), se presenta al menos en línea base, con misma magnitud de reforzamiento para generalización.

Al analizar la misma propiedad pero para diferente magnitud de reforzamiento (PB DM), los valores de desviaciones estándar no parecen crecer linealmente. Cabe señalar que en el Análisis de Varianza para los PB MM vs los PB DM nos indica que no había diferencias estadísticamente significativas, sin embargo el resultado anterior puede hacer explícito que sí hay indicios que sugieren un cambio moderado entre PB MM y PB DM (ver panel izquierdo de la figura 8).

En relación con los valores obtenidos para Ley de Weber, la cual indica que a través de las distintas duraciones se mantendrán constantes los valores obtenidos al dividir la desviación estándar sobre la media (mejor conocidos como coeficientes de variación), el panel derecho de la figura 8 expone estos resultados. Los coeficientes son en general constantes, oscilando entre 0.01 y 0.10, lo que nos lleva a sugerir que esta propiedad se cumple para los coeficientes de variación de la condición misma magnitud de reforzamiento. Por otra parte, podemos su-

gerir que sí hay cambios marginales entre las generalizaciones en línea base y su manipulación de reforzamiento de 1 a 4 pellets.

Al comparar los resultados obtenidos con los reportados por Galtres y Kirkpatrick (2010), notamos que en el punto de bisección (PB) estos autores encuentran diferencias significativas sólo para el grupo 1 – 4, pero no en el grupo 4 – 1. En cuanto al umbral diferencial, dichos autores reportan que sí obtuvieron cambios significativos para los dos grupos 1 – 4 y 4 – 1. En el primer análisis de este trabajo (el más general), se compararon los promedios de punto de bisección de misma magnitud de reforzamiento y los promedios de punto de bisección de distinta magnitud de reforzamiento, sin separar los grupos de 4 – 1 y 1 – 4. Probablemente esa sea una causa por la cual en este trabajo no se encontraron diferencias significativas entre los puntos de bisección distintos, como sí los encuentran Galtres y Kirkpatrick (2010). Ésta misma observación aplica también para los umbrales diferenciales y fracción de Weber, ya que los primeros Análisis de Varianza realizados no contemplaron la separación en dos grupos por lo limitado de la muestra.

Sin embargo, con los segundos análisis llevados a cabo con más detalle, en los cuales se realizan comparaciones condición por condición, con el objetivo de presentar resultados que guarden correspondencia con lo reportado por Galtres y Kirkpatrick (2010), se puede apreciar que únicamente se hallaron diferencias significativas en la condición ".5"-2" en la manipulación 1-1 contra 1-4. Esto contrasta con lo obtenido por Galtres y Kirkpatrick y vuelve a poner de relieve que no hay cambios específicos significativos.

Al observar los ajustes realizados en este experimento para las condiciones 1 – 4 y 4 – 1, aunque los resultados gráficos son similares a los reportados por Galtres y Kirkpatrick (2010), donde los ajustes comienzan casi por igual que la línea base, se puede observar que las funciones con diferente magnitud de reforzamiento a línea base (1 - 1) en la condición ".5"-2" no importa si la magnitud de reforzamiento es 1 - 4 ó 4 - 1 se observa que los ajustes son diferentes a los obtenidos en línea base.

Por otra parte, Ward y Odum (2006) reportan tres manipulaciones que sirven como interrupciones o perturbaciones sobre curvas psicofísicas; en la primera de éstas a los pichones se les otorgaba de comer una

hora antes de cada sesión 30 gramos de comida, la segunda alteración correspondía a entrega de comida dentro de la misma sesión durante 2.5", en una de las duraciones variantes y la última alteración se le llama extinción porque precisamente el reforzamiento se descontinuaba por al menos 5 sesiones consecutivas. Las curvas psicofísicas de línea base (sin alteración alguna) comparadas con las curvas de cualquiera de las tres perturbaciones, son distintas, ya que las primeras muestran un patrón sigmoidal de acuerdo a las regularidades inherentes a ellas, y las segundas curvas muestran aplanamientos o cambios. Estos hallazgos son consistentes con lo reportados por Ward y Odum (2006), ya que en línea base y en la fase de manipulación de magnitud de reforzamiento generan cambios similares.

Finalmente, con respecto a la propiedad de superposición donde la duración de un estímulo es dividido por el estímulo de menor valor, se muestra que las funciones psicofísicas de los rangos 2"-8" y 3"-12" se superponen mejor que para los rangos .5"-2" y 1"-4". De acuerdo al análisis de Church (2002), en relación a esta propiedad de superposición, podemos notar como los valores de las dos primeras condiciones sí lo cumplen (ver tabla 7).

En general, se lograron replicar algunas de las propiedades reportadas por Church (2002) con sus respectivas variantes, a partir de los parámetros de punto de igualdad subjetiva o punto de bisección (PB), umbral diferencial y fracción de Weber, lo que permite sostener que, si bien no se encontraron grandes cambios estadísticamente significativos al comparar la condición de igual versus distinta cantidad de reforzamiento, sí se encontraron diferencias marginales que justifican futuras investigaciones que manipulen con más detalle y precisión las variables empíricas reportadas en la literatura con esta clase de procedimientos.

## **Conclusiones**

Este estudio añade nueva evidencia al objetivo de alcanzar una comprensión integral acerca del control temporal del comportamiento.

Los hallazgos reportados nos permiten sostener que cuando hay un cambio, de valores inferiores en las duraciones a discriminar del primer entrenamiento a valores más altos en los segundos entrenamientos de duraciones a discriminar, se favorece la rapidez de adquisición en los índices de discriminación y que por el contrario, cuando se pasa de valores altos a inferiores entre los distintos pares de entrenamientos, se torna más compleja y lenta la adquisición de la discriminación temporal.

Los resultados obtenidos, en la primera parte de las fases de adquisición, nos permiten concluir que la reducción en probabilidades de reforzamiento, o eliminar las fases de corrección, no genera una alteración significativa en los índices de discriminación posteriores.

En relación con la fase de generalización se reportan hallazgos interesantes respecto a lo que actualmente se está realizando en el campo de la estimación temporal y respecto a manipulaciones en magnitud o valor del reforzamiento, ya que por lo general se encuentran estudios con procedimientos de pico, o se retoman tareas de bisección temporal, pero haciendo uso de un solo par de duraciones, sin ir más allá. Este trabajo parte del supuesto de que en bisección temporal se han encontrado hallazgos interesantes pero sin tener una perspectiva más amplia de cómo opera la percepción del tiempo cuando se tienen alteraciones, no solo para un par de duraciones, sino para más de dos rangos de discriminación, destacando con ello que en este trabajo se manipularon cuatro rangos distintos.

El valor agregado en este trabajo es que, por un lado se reproducen varias de las regularidades empíricas previamente reportadas en la literatura (capturadas éstas en las manipulaciones con línea base), y por el otro se examina la naturaleza de las variaciones ocasionadas al generar pequeños cambios en la tarea (fase de manipulación); aspecto del cual otros trabajos no gozan.

### **Referencias**

- Catania, A. (1970). Reinforcement schedules and psychophysical judgments: A study of some temporal properties of behavior. En W. N. Schoenfeld (Ed.),

- The theory of reinforcement schedules* (pp. 1–42). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Church, R. M. (2002). Temporal Learning. En H. Pashler y R. Gallistel (Eds.), *Stevens' Handbook of Experimental Psychology, Tercera ed., Vol. 3, Learning, Motivation, and Emotion* (pp. 365-393). New York: Wiley.
- Church, R. M. (2003). A Concise Introduction to Scalar Timing Theory. En W. H. Meck (Ed.), *Functional and Neural Mechanisms of Interval Timing* (pp. 1-22). Florida: CRC Press.
- Church, R. M., y Deluty, M. Z. (1977). Bisection of temporal intervals. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 3(3), 216–228.
- Dayan, E., Averbeck, B., Richmond, B., y Cohen, L. (2014). Stochastic reinforcement benefits skill acquisition. *Learning & Memory*, 21(3), 140–142. doi:10.1101/lm.032417.113
- Galtress, T. y Kirkpatrick, K. (2009). Reward value effects on timing in the peak procedure. *Learning and Motivation*, 40(2), 109-131. doi:10.1016/j.lmot.2008.05.004
- Galtress, T. y Kirkpatrick, K. (2010). Reward magnitude effects on temporal discrimination. *Learning and Motivation*. 41(2), 108-124. doi:10.1016/j.lmot.2010.01.002
- García, A., Gómez, J., y Benjumea, A. (2008). Contextual control of conditional discrimination of the own behavior in pigeons. *International Journal of Psychological Research*, 1(1), 13-19. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=299023503003>
- Gibbon, J., Farrell, L., Locurto, C., Duncan, H., y Terrace, H. (1980). Partial reinforcement in autoshaping with pigeons. *Animal Learning & Behavior*, 8(1), 45-59. doi:10.3758/BF03209729
- Gottlieb, D. (2004). Acquisition with partial and continuous reinforcement in pigeon autoshaping. *Learning & Behavior*, 32 (3), 321-334. doi: 10.3758/BF03196031
- Lejeune, H., Richelle, M., y Wearden, J. (2006). About Skinner and Time: Behavior-Analytic Contributions to Research on Animal Timing. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 85 (1), 125–142.
- Roberts, S. (1981). Isolation of an internal clock. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 7(3), 242–268.
- SAGARPA, (2001). México D.F. Recuperado de: <http://www.senasica.gob.mx/?doc=743>
- Shettleworth, S. J. (2010). *Cognition, Evolution, and Behavior*. Second ed. Oxford: University Press.

- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms: An experimental analysis*. New York: Appleton-century-crofts.
- Ward, R. D., y Odum, A. L. (2007). Disruption of temporal discrimination and the choose-short effect. *Learning & Behavior*, 35(1), 60–70.
- Ward, R., y Odum, A. (2006). Effects of prefeeding, intercomponent-interval food, and extinction on temporal discrimination and pacemaker rate. *Behavioural Processes*, 71, 297–306.



## IV

# Análisis de la adquisición y distribución de la carrera en un procedimiento de anorexia basada en actividad en ratas<sup>1</sup>

*Esmeralda Fuentes Verdugo, Patricia Sara Rick Rivera,  
Gabriela Eugenia López Tolsa Gómez, Pedro Vidal García  
y Ricardo Pellón Suárez de Puga*

Laboratorio de Conducta Animal, Departamento de Psicología Básica I, Facultad de Psicología,  
Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Madrid, España

### Resumen

La anorexia basada en actividad (ABA) es un procedimiento que consiste en limitar el acceso a la comida a un periodo corto de tiempo y dar acceso a una rueda de actividad durante el resto del día. Este procedimiento genera una rápida pérdida de peso y un incremento de la

---

1. Trabajo financiado por el proyecto de investigación PSI2011-29399 (Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación, Ministerio de Economía y Competitividad, Gobierno de España). Gabriela López Tolsa es recipiente de una Beca para Estudios en el Extranjero del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, Gobierno de México) y Pedro Vidal de una Beca de Formación de Personal Investigador otorgada por la UNED. Correspondencia a: Ricardo Pellón, Departamento de Psicología Básica I, Facultad de Psicología, Universidad Nacional de Educación a Distancia, C/ Juan del Rosal 10, Ciudad Universitaria, 28040-Madrid (España). Correo electrónico: rpellon@psi.uned.es.

carrera en la rueda de actividad. Tradicionalmente, los estudios en los que se ha utilizado este procedimiento se han centrado en analizar la relación entre la dieta y el peso, prestando menos atención a la ejecución de la carrera. El objetivo de este estudio fue analizar la adquisición y distribución de dicha carrera durante un procedimiento ABA. Se utilizaron 24 ratas *Wistar Han* hembra, divididas en tres grupos: actividad y restricción de comida (Actividad); restricción de comida sin actividad (Dieta); y ad libitum (Control). Las ratas del grupo Actividad mostraron una disminución pronunciada de su peso hasta que fueron retiradas del experimento (75% de su peso inicial); las ratas del grupo Dieta mostraron una disminución inicial de su peso, pero se estabilizaron en torno al 85%; y las ratas del grupo Control mostraron un ligero incremento en su peso. Respecto a la carrera, se encontró que ésta se da en mayor cantidad conforme avanzan las sesiones y que la actividad tiende a incrementarse después del acceso a la comida, se detiene a la mitad de la sesión y vuelve a incrementarse justo antes del siguiente periodo de alimentación, desarrollándose la llamada carrera anticipatoria. Este resultado sugiere que el patrón de la carrera está controlado por la entrega de la comida, resultando esta conducta comparable a otros patrones de conducta que se mantienen con condiciones de alimentación intermitente. Además, respecto a la carrera anticipatoria, se observó que las ratas vulnerables la desarrollaron antes que las resistentes.

*Palabras clave:* anorexia basada en actividad, ratas, carrera anticipatoria, rueda de actividad.

### **Abstract**

Activity-based anorexia (ABA) is a procedure that consists in limiting access to food on a short period of time and giving access to an activity wheel for the rest of the day. This procedure results in a rapid weight loss and an increase in wheel running. Traditionally, studies with this procedure have focused on analyzing the relationship between diet and weight lost, giving less attention to wheel-running activity. The goal of this study was to analyze the acquisition and distribution of the running

pattern throughout an ABA procedure. The subjects were 24 female Wistar Han rats, divided in three groups: activity and food restriction (Activity); food restriction without activity (Diet); and ad libitum (Control). Rats in the Activity group showed a rapid weight loss, until they were removed from the experiment (75% of its initial weight); rats in the Diet group showed an initial weight loss, but it was stabilized around 85%; and rats in the Control group showed a small increment in their weights. Regarding the running, it was found that during the first sessions rats run in the activity wheel less than during the last sessions and that the activity tended to increase after access to food, stop in the middle of the session, and increase again just before the next period of food, developing what is called anticipatory running. This result suggests that the pattern of running is controlled by the delivery of food, thus making it plausible to compare this behaviour with other patterns of behaviour that are maintained under intermittent feeding conditions. Vulnerable rats develop the anticipatory running before resistant rats.

*Key words:* activity-based anorexia, rats, anticipatory running, running wheel.

El procedimiento de Anorexia Basada en Actividad (ABA) está ampliamente aceptado como modelo animal de anorexia nerviosa en humanos (Gutiérrez, 2013). La situación experimental tradicional consiste en la combinación de un horario restringido de comidas, de entre 60 y 90 minutos diarios, y el acceso libre a una rueda de actividad durante el resto del día (Epling y Pierce, 1991).

La anorexia nerviosa es un trastorno caracterizado por una imagen corporal distorsionada y una dieta excesiva que conduce a una pérdida severa de peso (American Psychiatric Association, 2013); frecuentemente lleva asociado un aumento en la actividad física realizada (Holtkamp, Hebebrand y Herpertz-Dahlmann, 2004), lo que da lugar a un desajuste entre la energía gastada y la consumida, provocando, entre otros síntomas, una bajada de peso drástica que puede llevar incluso a la muerte.

Como señalan Epling y Pierce (1991), mediante el procedimiento ABA se ha encontrado que los animales en esta situación corren de

manera excesiva, llegando a alcanzar más de 10 km por día. Además, se ha reportado que según esta carrera aumenta, la ingesta de comida de los animales se ve reducida (Gutiérrez y Pellón, 2002). Otros síntomas comunes de la anorexia nerviosa también han sido encontrados en animales durante el procedimiento ABA, como son la interrupción del estro en ratas hembras (Watanabe, Hara y Ogawa, 1992) o el desarrollo de úlceras estomacales (Hall y Beresford, 1989).

El primer reporte que se conoce de este fenómeno lo hicieron Routtenberg y Kuznesov en 1967, llamándolo auto-inanición. Varios años después, Epling y Pierce (1988) retomaron su estudio y le dieron el nombre de ABA.

Desde entonces, se han realizado numerosos estudios para determinar las posibles variables que afectan a su desarrollo. Algunos de estos estudios señalan que el sexo de las ratas parece ser un factor determinante en el desarrollo de ABA, siendo más rápido en hembras que en machos (Paré, Vincent, Isom y Reeves, 1978), aunque, según otros autores, esto podría deberse a diferencias en la cantidad de actividad realizada, no específicamente al sexo de los sujetos (Boakes, Mills y Single, 1999). Por otro lado, el peso inicial menor, el aislamiento (Dwyer y Boakes, 1997) y una menor edad (Boakes, Mills y Single, 1999), parecen todos estar relacionados con una mayor vulnerabilidad en el desarrollo de ABA en ratas.

Existen diversas hipótesis sobre por qué se desarrolla la actividad excesiva en el procedimiento ABA. Por ejemplo, Boakes (2007) defiende que ésta se desarrolla inicialmente como una reacción al hambre y es mantenida posteriormente por auto-refuerzo, mientras que Epling y Pierce (1991; ver también Pierce y Epling, 1994) defienden que la carrera se comporta como una conducta inducida por el programa y reforzada por la comida, entendiendo por conducta inducida por programa su ocurrencia debido a los episodios limitados y sucesivos de disponibilidad de comida.

La hipótesis de Epling y Pierce se basa en el hallazgo de que la carrera obtiene propiedades reforzantes cuando los animales se encuentran en situaciones de restricción de comida; por ejemplo, en programas de intervalo variable se ha encontrado que el número de presiones a la

palanca, utilizando la carrera como reforzador, aumenta y disminuye en función de la mayor o menor privación de comida en la que se encuentre el animal (Pierce y Epling, 1994).

Por otro lado, Dwyer y Boakes (1997) encontraron que los animales que estaban sometidos al horario de comida restringido días previos a la introducción de la actividad, no desarrollaban anorexia durante el procedimiento ABA, concluyendo que la actividad excesiva se debe a un fallo en la adaptación al horario de la comida. Sin embargo, otro estudio de Lett, Grant, Smith y Koh (2001) mostró que la adaptación previa al horario de comidas no imposibilitaba el desarrollo de la anorexia, lo que limita la hipótesis del fallo de adaptación. No obstante, existe una influencia de dicha adaptación en el desarrollo de la anorexia. Estos resultados podrían sugerir que la actividad excesiva no es la causa de la pérdida de peso, sino una consecuencia (Gutiérrez y Pellón, 2002).

Se conoce que si el acceso a la comida se limita a un horario determinado, las ratas mostrarán un incremento marcado en la actividad durante las 3-4 horas previas a la comida, inclusive si este horario es ajustado al periodo diurno, momento en que las ratas tienden a descansar en condiciones naturales (Mistlberger, 1994).

Este exceso de actividad durante las horas previas a la comida es llamado carrera anticipatoria y su desarrollo ha sido estudiado también con el procedimiento ABA. Dwyer y Boakes (1997) encontraron que la presencia de carrera anticipatoria parece mediar el desarrollo de ABA, reportando que las ratas con acceso tardío a la rueda (4 horas anteriores al periodo de ingesta) eran más vulnerables al desarrollo de la anorexia que aquellas con acceso temprano (18,5 horas anteriores al periodo de la ingesta). Sin embargo, en otro estudio de Wu, van Kuyck, Tambuyzer, Luyten, Aerts y Nuttin (2014) no se encontraron diferencias significativas en la cantidad de carrera anticipatoria desarrollada por las ratas más vulnerables, en comparación con las más resistentes.

Tradicionalmente, los estudios en los que se ha utilizado el modelo ABA se han centrado en el análisis de la ingesta, la pérdida de peso y la cantidad de actividad (Epling y Pierce, 1988; Lett y Grant, 1996; Pierce, Epling y Boer, 1986), dándole menor importancia al análisis nuclear de dicha actividad. La actividad es un elemento importante del

procedimiento ABA que lo valida como modelo animal de anorexia nerviosa, por lo que resulta importante hacer un análisis más detallado de ésta. Tomando en cuenta lo anterior, el objetivo del presente estudio fue analizar la adquisición y distribución de la carrera durante un procedimiento ABA.

## **Método**

### *Sujetos*

Se utilizaron 24 ratas hembra de la cepa *Wistar Han*, con 8 semanas de edad al inicio del experimento, divididas en tres grupos: Actividad (n=9), Dieta (n=8) y Control (n=7). Las ratas del grupo Actividad vivían en jaulas-habitación de 21 x 45 x 24 cm de plexiglás, cuyo techo consistía en una rejilla metálica, con espacio para colocar la comida y un orificio redondo, por el cual se introducía una botella de agua. Las ratas de los grupos Dieta y Control vivían en cajas de 18 x 33.5 x 20.5 cm, con las mismas características que las cajas del grupo de actividad. Todas las ratas tuvieron acceso libre al agua durante todo el experimento. Los sujetos estaban alojados en una habitación con control de temperatura (21° aproximadamente), de humedad relativa (60%) y con ciclo de luz-oscuridad de 12 horas, empezando el periodo de luz a las 8:00 am.

### *Aparatos*

Se utilizaron las jaulas-habitación descritas anteriormente. Las cajas en las que vivían las ratas del grupo Actividad tenían un orificio redondo con una puerta metálica deslizable que daba acceso a una rueda de actividad de 9 cm de anchura y 34 cm de diámetro, en la pared izquierda. La rueda de actividad estaba equipada con un freno que permitía detenerla o liberarla. El conteo de vueltas y el control del freno se llevaron a cabo mediante el programa MED-PC para Windows instalado en un ordenador convencional, conectado por medio de una interfaz y situado en otra habitación.

### *Procedimiento*

Las ratas permanecieron en su jaula-habitación durante todo el experimento. El experimento se dividió en sesiones de 24 horas, empezando a las 9:00 am. El experimento comenzó en la sesión 0, cuando se les retiró la comida a las ratas de los grupos Actividad y Dieta a las 9:00 horas. La sesión 1 comenzó 24 horas después, una vez que los sujetos ya tenían un día de privación. Las ratas permanecieron en el experimento hasta que alguna rata del grupo Actividad llegaba al 75% de su peso ad libitum, en ese momento se le retiraba del experimento junto a una rata de cada uno de los otros grupos. A continuación se describen los detalles de las sesiones para cada grupo.

### *Grupo de Actividad*

Al inicio de la sesión (9:00 am) se accionaba el freno de la rueda de actividad y se cerraba la puerta de acceso a la rueda, de forma que las ratas quedaran dentro de la jaula-habitación, tras lo cual se pesaba a los sujetos de este grupo. Una vez que las ratas eran devueltas en las jaulas-habitación, se les ponían entre 40 y 60 g de alimento en el espacio de la rejilla metálica para que pudieran acceder a él libremente. Transcurridos 60 minutos se retiraba el alimento que no se habían comido y se calculaba la cantidad ingerida por los sujetos. De 10:15 a 11:00 horas, aproximadamente, las ratas tenían un periodo de descanso en el que no tenían acceso al alimento ni a la rueda de actividad. A las 11:00 am se desactivaba el freno de la rueda de actividad, se abría la compuerta que daba acceso a la rueda y comenzaba el registro de las vueltas.

### *Grupo de Dieta*

Después de pesar a las ratas del grupo Actividad (aproximadamente 9:15 am), se pesaba a los sujetos del grupo Dieta, luego se devolvían a las jaulas-habitación y se les daba comida en la misma forma que al grupo Actividad, durante 60 minutos. El resto del tiempo las ratas permanecieron en las jaulas-habitación, sin acceso a comida.

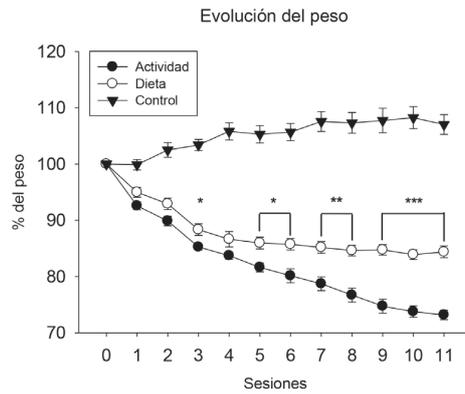
### *Grupo Control*

Aproximadamente a las 9:30 horas se pesaba a los sujetos del grupo Control, y se calculaba la comida que habían consumido en la sesión anterior. Los sujetos del grupo Control tuvieron acceso ilimitado al alimento durante todo el experimento.

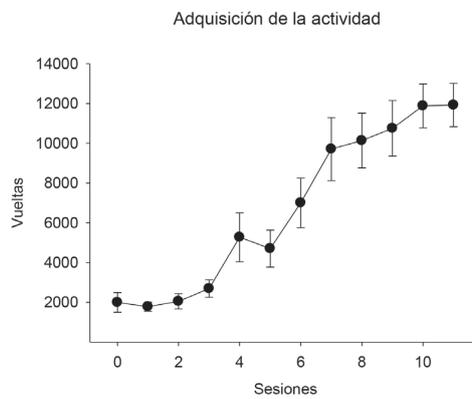
### **Resultados**

El objetivo principal del presente estudio fue hacer un análisis nuclear de la actividad; sin embargo, en primer lugar se realizó un análisis de la evolución del peso de todas las ratas para verificar que se replicaran los resultados de estudios anteriores y dar validez a los datos del grupo Actividad. Se calculó el promedio del porcentaje del peso de las ratas de cada grupo. Una vez que alguna rata llegaba al criterio y era retirada del experimento, se mantenía el dato de su última sesión para calcular el promedio de los siguientes días. Se analizaron los datos de las sesiones 0 a 11, pues a partir de la sesión 12, el grupo Actividad tuvo una  $n=1$ . En la Figura 1 se puede observar que el peso de las ratas Actividad y Dieta tiene una disminución inicial pronunciada, aunque los pesos del grupo Dieta se estabilizan alrededor del 85%, mientras que los del grupo Actividad siguieron disminuyendo hasta mantenerse alrededor del criterio de anorexia establecido (75%). Por otro lado, el grupo Control muestra un ligero incremento en el peso corporal, relacionado con el crecimiento normal de las ratas.

La adquisición de la actividad se midió con el número de vueltas diarias dadas en la rueda, observando cómo se desarrolla en el transcurso de los días. En la Figura 2 se puede observar que en las primeras sesiones el número de vueltas se mantiene estable, hasta que en la sesión 4 comienza a incrementar lentamente y a partir de la sesión 6 crece de forma más acusada. El promedio se calculó de la misma forma que el porcentaje del peso, manteniendo fijo el dato de la última sesión de cada rata eliminada para el promedio de los días posteriores.

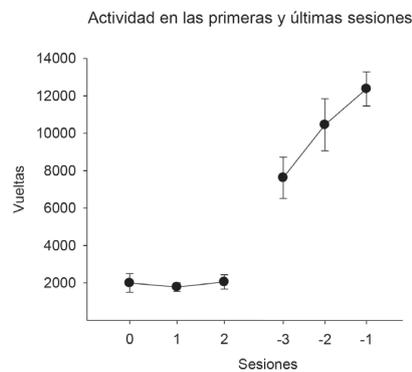


**Figura 1.** Se muestra la evolución del porcentaje del peso de todos los sujetos en las sesiones 0 a 11. Los círculos negros representan el promedio por sesión de las ratas del grupo Actividad, los círculos blancos del grupo Dieta, y los triángulos negros del grupo Control. Se muestra el error estándar para cada grupo/sesión. \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$  (para las comparaciones entre los grupos Actividad y Dieta).



**Figura 2.** Se muestra el promedio del número de vueltas en las sesiones 0 a 11. Se incluye el error estándar para cada sesión.

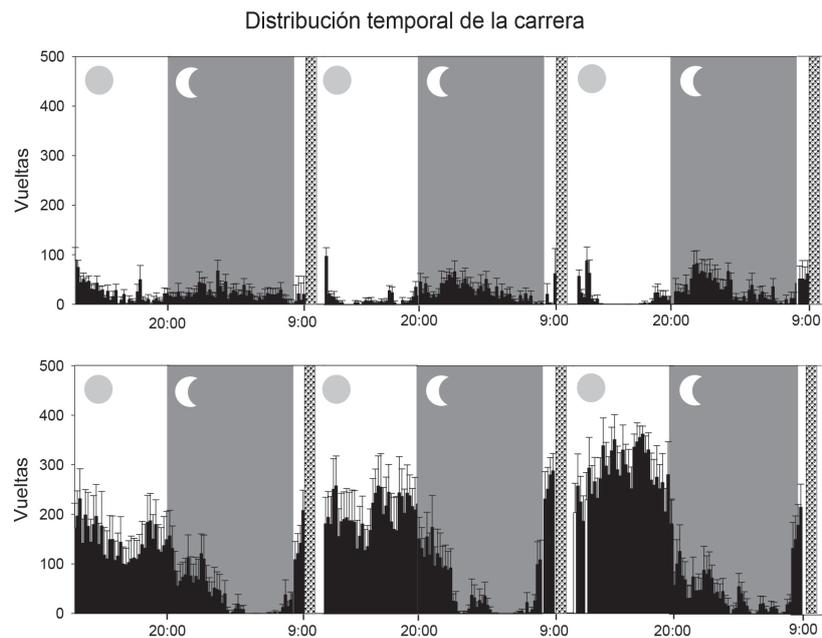
Para tener una visión más clara del incremento de la actividad de cada sujeto a lo largo de las sesiones, se calculó el promedio del número de vueltas de las tres primeras y las tres últimas sesiones de cada sujeto. En la Figura 3 se observa que durante las tres primeras sesiones la actividad se mantiene estable en aproximadamente 2000 vueltas diarias (2 km). Por otro lado, en las últimas tres sesiones se da un incremento diario promedio de 2.000 vueltas, hasta llegar a superar las 13.000 vueltas (13,9 km) en la última sesión.



**Figura 3.** Se muestra el promedio de la actividad (número de vueltas) en las primeras tres sesiones (0, 1 y 2) y en las últimas tres sesiones de cada sujeto. Se incluye el error estándar.

Además del desarrollo de la actividad, analizamos su distribución a lo largo de cada sesión. En la Figura 4 se muestra dicha distribución temporal promediando la actividad de todos los sujetos en las primeras tres sesiones (panel superior) y en las últimas tres sesiones de cada uno (panel inferior). En las primeras sesiones, el nivel de actividad es muy bajo y se distribuye de forma irregular durante toda la sesión, aumentando ligeramente en el periodo de oscuridad, como se esperaría, dado que las ratas son animales nocturnos. Por otro lado, en las últimas sesiones se puede observar que la carrera se va centrando en las primeras horas de la sesión, disminuye durante el periodo de oscuridad (tiempo más alejado de la hora de acceso a la comida) y se observa carrera anti-

cipatoria, es decir, un aumento considerable en la actividad durante las dos horas anteriores al periodo de ingesta.



**Figura 4.** Se muestra la distribución temporal de las vueltas durante las primeras tres sesiones (panel superior) y las últimas tres sesiones (panel inferior) de cada rata. La parte blanca representa el periodo de luz, la gris el periodo de día y el bloque punteado el periodo de acceso al alimento.

A pesar de que encontramos un rango bastante amplio en el número de sesiones en que los sujetos llegaban al criterio de anorexia (5-16), todos los sujetos desarrollaron la carrera anticipatoria en sus últimas tres sesiones. Para verificar si había alguna relación entre el número de sesiones en que llegaban al criterio de anorexia y la sesión en la que se desarrolla la carrera anticipatoria, se separó a los animales en dos grupos: vulnerables y resistentes. Llamamos vulnerables a aquellos que

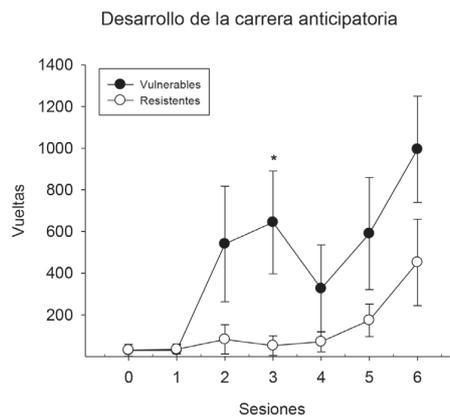
alcanzaron el criterio en 8 días o menos, y resistentes a aquellos que lo alcanzaron en más de 8 días. En la Tabla 1 se especifica la sesión en la que cada rata alcanzó el criterio de anorexia, 4 fueron clasificadas como vulnerables y 5 como resistentes.

Tabla 1

Se señala la sesión en la que cada rata llegó al criterio de anorexia

<i>Vulnerables</i>		<i>Resistentes</i>	
<i>Sujeto</i>	<i>Sesión</i>	<i>Sujeto</i>	<i>Sesión</i>
R5	8	R1	12
R7	7	R2	9
R8	5	R3	16
R9	7	R4	9
-	-	R6	11

Posteriormente, se comparó el desarrollo de la carrera anticipatoria entre ambos grupos. En la Figura 5 se puede observar que las ratas vulnerables a ABA muestran un incremento pronunciado en la carrera anticipatoria desde la sesión 2, mientras que las ratas resistentes comienzan a incrementar la cantidad de carrera anticipatoria en la sesión 6. Se hicieron análisis estadísticos para verificar si había diferencias significativas respecto al momento en que las ratas de cada grupo desarrollan la carrera anticipatoria. En primer lugar, se analizaron los datos de las sesiones 0 a 5, y aunque no se encontraron diferencias significativas, se encontró una tendencia a la significación en la comparación entre grupos [ $F(1,7)=5.25$ ,  $p=0.56$ ] y en la interacción sesiones x grupo [ $F(5,35)=2.47$ ,  $p=0.051$ ]. Debido a que R8 llegó al criterio antes de que las ratas del grupo resistente comenzaran a mostrar carrera anticipatoria, se repitió el análisis utilizando las sesiones 0 a 6 (manteniendo el dato de las sesiones 5 y 6 igual para R8), y se encontraron diferencias significativas entre los grupos [ $F(1,7)=7.66$ ,  $p>0.05$ ]. Respecto a las sesiones por separado, se encontraron diferencias significativas en la sesión 3 ( $p<0.05$ ).



**Figura 5.** Se muestra el promedio del número de vueltas realizadas en las dos horas previas a la ingesta en cada sesión. Los círculos negros representan los datos de las ratas vulnerables y los círculos blancos de las ratas resistentes. Se muestra el error estándar para cada sesión. El asterisco indica diferencias significativas con  $p < 0.05$ .

## Discusión

En este estudio se utilizó un procedimiento ABA, replicando los hallazgos reportados en otros estudios y prestando especial atención al desarrollo de la actividad. En lo relativo a la pérdida de peso y el aumento en la cantidad de actividad, nuestros resultados son similares a los encontrados en estudios previos.

En el estudio de Routtenberg y Kuznesov (1967) se observó una rápida caída del peso durante los primeros 14 días, antes de retirar a los animales, asemejándose al número de sesiones de nuestro estudio. En estudios más actuales en los que también se ha establecido el criterio de anorexia en 75% del peso ad libitum para retirar a las ratas del procedimiento ABA, se ha encontrado que éste era alcanzado en un número máximo de 14 sesiones, similar al desempeño de 8 de las 9 ratas de este estudio (Carrera, Fraga, Pellón y Guitérrez, 2014).

La cantidad de actividad alcanzada también concuerda con los datos de otros estudios, en los que se ha encontrado que los animales llegan a correr más de 10 km al día (Carrera et al., 2014; Epling y Pierce, 1991). En nuestro estudio encontramos un alcance de más de 13 km durante la última sesión. Así mismo, en el estudio de Carrera et al., (2014) se observa que durante la tercera sesión los animales no superaban los 2 km, observación que se repite en nuestro estudio, y en el séptimo día del experimento ya llegaban a alcanzar unos 8 km.

En cuanto a la distribución de la carrera, como ya se ha mencionado, ésta ha recibido menos atención en estudios anteriores, pero en aquellos que se han centrado en dicha distribución, se ha encontrado que en los momentos previos a la comida se desarrolla una carrera anticipatoria siempre que se mantenga un ciclo de 24 horas (Gutiérrez y Pellón, 2002), como encontramos también en nuestro estudio.

Por otro lado, el estudio de Carrera et al., (2014) indica que los animales, aunque desarrollan carrera anticipatoria, son más activos durante el periodo nocturno a pesar de que el horario de comidas se da durante el día; esto puede deberse a que sólo se observan las cinco primeras sesiones, momento en que es posible que el animal no haya adaptado completamente su actividad al horario de entrega de comida, como sucedió con las ratas resistentes de este estudio, las cuales no mostraron carrera anticipatoria antes de la sesión 6. Por el contrario, nosotros encontramos que en las últimas sesiones de cada rata, la actividad se traslada en gran parte al periodo diurno, sugiriendo una relación entre la actividad y la adaptación al horario de las comidas.

Estos hallazgos coinciden con la hipótesis de Epling y Pierce (1991), que defiende que la carrera se comporta como una conducta inducida por el programa, cuyo reforzador sería la comida, y no con aquella que defiende que la actividad se mantiene por auto-refuerzo (Boakes, 2007), pues indican que la actividad se moldea en torno a los horarios de ingesta.

Por otra parte, conociendo que existen diferencias individuales entre las ratas, siendo algunas más vulnerables a la anorexia que otras, en nuestro estudio verificamos si la vulnerabilidad de los animales se ve reflejada en su patrón de actividad, lo cual sería esperable si la actividad

es relevante en el desarrollo de anorexia. En el estudio de Wu et al., (2014) no encontraron diferencias significativas en cuanto a la cantidad de carrera anticipatoria entre las ratas más vulnerables y las demás, sin embargo, en nuestro estudio nos hemos centrado en el momento en que desarrollan esta carrera anticipatoria. Así, hemos encontrado que las ratas vulnerables desarrollan la carrera anticipatoria significativamente antes que las resistentes.

El hallazgo de que cuanto antes se desarrolle la carrera anticipatoria, antes se alcanza el criterio de anorexia, tiene interesantes implicaciones. Como ya se ha mencionado con anterioridad, es conocido que una adaptación al horario de comidas, de manera previa a introducir la actividad, hace al animal más resistente (Dwyer y Boakes, 1997; Lett et al., 2001). Sin embargo, una vez iniciado el procedimiento, la carrera anticipatoria refleja que el animal se ha adaptado al horario de comidas, y esta adaptación al horario de comidas, muy lejos de hacer al animal resistente, lo hace más vulnerable. Por tanto existe una diferencia entre si la adaptación al horario de comidas se realiza antes, o después, una vez introducida la actividad. Esto nos lleva a pensar que en nuestro experimento no es la adaptación en sí lo que hace al animal vulnerable, sino la adaptación a la contingencia comida-actividad. Por su parte, lo que Dwyer y Boakes (1997) llamaban fallo de adaptación, podría no ser un fallo en la adaptación al horario, pues como venimos diciendo, si la rápida adaptación se da una vez iniciado el procedimiento, esta adaptación llevará al animal al resultado contrario que reporta la teoría del fallo en la adaptación.

Resultados como los de Dwyer y Boakes (1997) podrían deberse, por tanto, a que una preexposición al horario de comidas derivase en una mayor dificultad para realizar posteriormente la contingencia actividad-comida, y la falta de esta contingencia protegiese al animal ante el desarrollo de la anorexia.

En resumen, en el presente estudio hemos presentado datos sobre el desarrollo de la actividad, mostrando cómo su incremento aparece ligado al horario restringido de ingesta. Estos datos parecen indicar que el papel reforzador de la actividad es dependiente de la comida, siendo el programa restrictivo aplicado en ABA el que induce al animal a de-

sarrollar una carrera excesiva. El valor reforzante que adquiere el ejercicio en esta situación podría ser la principal causa de la anorexia por actividad, en contra de la afirmación de que es el fallo de adaptación al horario de comida lo que lleva a desarrollar esta anorexia.

### Referencias

- American Psychiatric Association. (2014). *Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales, Quinta Edición (DSM-5)*. Washington, D.C.: American Psychiatric Publishing.
- Boakes, R. A. (2007). Self-starvation in the rat: Running versus eating. *The Spanish Journal of Psychology*, 10, 251-257.
- Boakes, R. A., Mills, K. J., y Single, J. P. (1999). Sex differences in the relationship between activity and weight loss in the rat. *Behavioral Neuroscience*, 113, 1-10.
- Carrera, O., Fraga, Á., Pellón, R., y Gutiérrez, E. (2014). Rodent model of activity-based anorexia. *Current Protocols in Neuroscience*, April 10, 67:9.47.1-9.47.11.
- Dwyer, D. M., y Boakes, R. A. (1997). Activity-based anorexia in rats as failure to adapt to a feeding schedule. *Behavioral Neuroscience*, 111, 195-205.
- Epling, W. F., y Pierce, W. D. (1988). Activity-based anorexia: A biobehavioral perspective. *International Journal of Eating Disorders*, 7, 475-485.
- Epling, W. F., y Pierce, W. D. (1991). *Solving the anorexia puzzle*. Toronto: Hogrefe & Huber.
- Gutiérrez, E. (2013). A rat in the labyrinth of anorexia nervosa: Contributions of the activity-based anorexia rodent model to the understanding of anorexia nervosa. *International Journal of Eating Disorders*, 46, 289-301.
- Gutiérrez, M. T., y Pellón, R. (2002). Anorexia por actividad: una revisión teórica y experimental. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 2, 131-146.
- Hall, R. C. W., y Beresford, T. P. (1989). Medical complications of anorexia and bulimia. *Psychiatric Medicine*, 7, 165-192.
- Holtkamp, K., Hebebrand, J., y Herpertz-Dahlmann, B. (2004). The contribution of anxiety and food restriction on physical activity levels in acute anorexia nervosa. *International Journal of Eating Disorders*, 36, 163-171.

- Lett, B. T., y Grant, V. L. (1996). Wheel running induces conditioned taste aversion in rats trained while hungry and thirsty. *Physiology & Behavior*, *59*, 699-702.
- Lett, B. T., Grant, V. L., Smith, J. F., y Koh, M. T. (2001). Preadaptation to the feeding schedule does not eliminate activity-based anorexia in rats. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section B*, *54*, 193-199.
- Mistlberger, R. (1994). Circadian food anticipatory activity: Formal models and physiological mechanisms. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *18*, 171-195.
- Paré, W. P., Vincent, G. P., Isom, K. E., y Reeves, J. M. (1978). Sex differences and the incidence of activity stress ulcers in the rat. *Psychological Reports*, *43*, 591-594.
- Pierce, W. D., Epling, W. F., y Boer, D. P. (1986). Deprivation and satiation: The interrelations between food and wheel running. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *46*, 199-210.
- Pierce, W. D., y Epling, W. F. (1994). An interplay between basic and applied behavior analysis. *The Behavior Analyst*, *17*, 7-23.
- Routtenberg, A., y Kuznesof, A. W. (1967). Self-starvation of rats living in activity wheels on a restricted feeding schedule. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *64*, 414-421.
- Watanabe, K., Hara, C., y Ogawa, N. (1992). Feeding conditions and estrous cycle of female rats under the A-S stress procedure from aspects of anorexia nervosa. *Physiology & Behavior*, *51*, 827-832.
- Wu, H., van Kuyck, K., Tambuyzer, T., Luyten, L., Aerts, J. M., y Nuttin, B. (2014). Rethinking food anticipatory activity in the activity-based anorexia rat model. *Scientific Reports*, *4*(3929), 1-7.



# V

## Control de la conducta por instrucciones negativas y retroalimentación

*Jorge Agustín Cerda Nava y Héctor Martínez Sánchez*

Instituto de Neurociencias-Universidad de Guadalajara

### **Resumen**

El propósito de este estudio fue evaluar si las instrucciones negativas y la retroalimentación adquieren el control sobre la ejecución en una tarea de discriminación condicional. Cuarenta participantes universitarios se dividieron en cuatro grupos experimentales ( $n=10$ ). Los participantes de un grupo recibieron instrucciones variadas en cada ensayo respecto al estímulo que no se debía elegir y retroalimentación sólo en la primera fase de la tarea; a un segundo grupo se les proporcionó la instrucción negativa por bloques y retroalimentación sólo en la primera fase; el tercer y cuarto grupos recibieron el mismo tipo de instrucciones que el primero y el segundo, respectivamente, pero para ambos grupos la retroalimentación sólo se presentó durante la segunda fase de la tarea. En las sesiones de prueba se retiró la retroalimentación para evaluar la transferencia. Se registraron el número de respuestas correctas y las elecciones realizadas en todas las sesiones. Los resultados mostraron que la instrucción negativa redujo el rango de posibles respuestas y la retroalimentación adquirió control sobre la conducta alternativa. La

retroalimentación en la segunda fase aceleró la adquisición de la tarea. Las instrucciones variadas retrasaron la adquisición y alteraron el mantenimiento del patrón de respuestas reforzadas en comparación con las instrucciones en bloque. Los resultados se discuten en el contexto de la interacción entre instrucciones negativas, la exposición a las contingencias y la generación de reglas para la adquisición y mantenimiento del control de la conducta.

*Palabras clave:* instrucciones negativas, discriminación condicional, igualación de la muestra, retroalimentación, humanos.

### **Abstract**

The purpose of this study was to evaluate whether negative instructions and feedback exert control on the performance in a conditional discrimination task. Forty undergraduate students were divided into four experimental groups ( $n = 10$ ). Participants in one group received varied instructions in each trial with respect to the stimulus to choose and feedback only on the first phase of the task; a second group were given instruction by blocks and feedback in the first phase, the third and fourth groups received the same type of instruction that the first and second, respectively, but receiving feedback only during the second phase of the task. In test sessions feedback was removed to assess the transfer. The number of correct responses and the elections were recorded. The results showed that negative instructions reduced the range of possible responses and feedback exerted control on the acquisition of alternative behavior. The feedback in the second phase favored acquisition of the task. The varied instructions disturbed the performance of reinforced responses compared to the responses to instructions presented in blocks. The results are discussed in the context of the interaction between negative instructions, exposure to contingencies and generated rules for acquiring and maintaining control of behavior.

*Keywords:* negative instructions, conditional discrimination, matching-to-sample, feedback, humans.

Las instrucciones han sido consideradas como estímulos verbales discriminativos que especifican todos o alguno de los términos de una contingencia (O'Hara & Barnes-Holmes, 2004; Skinner, 1957; 1966). Un oyente con frecuencia emprende acciones específicas con respecto a lo que se le dice, sin embargo, en ocasiones, a pesar de la presencia de estímulos verbales que describen una contingencia, un sujeto puede estar bajo el control de las contingencias más que por la descripción de esa contingencia (Skinner, 1989). Una instrucción como estímulo verbal dependiendo de sus cualidades cumple con una serie de funciones que pueden variar (para una revisión ver Baron y Galizio, 1983). Por ejemplo, las instrucciones pueden facilitar y generalizar el aprendizaje o también pueden ser necesarias para transmitir a alguien más lo que se ha aprendido (Catania, Shimoff y Matthews, 1989). Sin embargo, sobre la función de este tipo de descripciones surgen problemas e interrogantes vinculados con el control de las instrucciones sobre la conducta humana (Hayes y Hayes, 1989). Por esta razón, se han incrementado los estudios relacionados con la descripción de las contingencias y el control que tal descripción puede ejercer sobre la conducta humana (Brownstein y Shull, 1985; Hayes, Zettle, y Rosenfarb, 1989; Heline y Wanchisen, 1989).

La descripción de una contingencia supone la abstracción de los componentes de la misma, y tienen una forma y contenido específico que puede entenderse como un estímulo verbal. Para que surja esta abstracción, aquella persona que se ha expuesto a las contingencias debería poder identificar después de la experiencia los términos estímulo-respuesta-consecuencia implicados. Temporalmente esta descripción adquiere una función particular cuando cumple el rol de estímulo discriminativo que controlará la conducta futura de sí mismo o de otra persona ante contingencias similares. Las instrucciones son instancias de las reglas, que en un segundo momento cumplen características propias de las reglas pero difieren funcionalmente con las mismas debido al origen de las variables que las controlan (Cerutti, 1989). El término regla, se ha utilizado para descripciones verbales de contingencias previamente experimentadas y el término instrucción para aquellos casos de comportamiento que son dirigidos por reglas pero que no fueron

establecidas por el sujeto que se enfrentó a las contingencias que dieron lugar a la regla en un primer momento (Ribes, 2000). En otras palabras, las reglas como descripciones de las contingencias, son resultado de la exposición a las contingencias.

Cuando estas contingencias se proporcionan como información acerca de las propias contingencias a otra persona, las reglas trabajan como indicaciones verbales que abrevian el tiempo y esfuerzo que requiere la exposición a nuevas contingencias. Una descripción verbal de una conducta satisfactoria y las contingencias relevantes es la única manera de que una regla pueda ser formulada y aplicada a diferentes situaciones, ya sea como una auto-instrucción o como una instrucción dada a otra persona.

En este contexto ha surgido el interés por el estudio de la adquisición de discriminaciones condicionales y las variables que influyen en el mantenimiento de una conducta a través de las instrucciones (Pérez, 2001; Trigo y Martínez, 1994).

Para analizar este tipo de conducta, se han utilizado distintos procedimientos experimentales que permiten diseñar tareas que consisten en una discriminación condicional de cuatro términos: el estímulo muestra, los estímulos de comparación, la respuesta y el reforzador (Pérez, 2001). La tarea de igualación a la muestra como un tipo de discriminación condicional ha sido empleada para estudiar el control instruccional y cómo afecta la adquisición de comportamiento discriminativo (Cepeda, Hickman, Moreno, Peñalosa y Ribes, 1991; Martínez, 1994; Martínez y Ribes, 1996; Moreno, Tena, Larios, Cepeda y Hickman, 2008; Ribes y Martínez, 1990; Stromer y Osborne, 1982; Trigo y Martínez, 1994).

Las tareas de igualación a la muestra evalúan la adquisición de una discriminación condicional entre el estímulo muestra y el estímulo de comparación cuando entre ambos mantienen una relación arbitraria o física (Pérez y Martínez, 2007). En tareas de igualación a la muestra de primer orden, el sujeto debe elegir uno de entre dos o más estímulos de comparación para obtener un reforzador. Cuando la relación no es arbitraria, el estímulo correcto de comparación es aquel que comparte ciertas propiedades físicas con el estímulo muestra que comúnmente es de identidad o diferencia (Sidman y Tailby, 1982). Un comportamiento

apropiado de igualación es resultado de responder correctamente a la relación física especificada o instruida cuando es el caso. Una igualación efectiva implica que los sujetos respondan no a las propiedades absolutas de un estímulo discriminativo constante, sino a las propiedades relacionales entre las muestras variables y los estímulos de comparación (Trigo y Martínez, 1994).

Uno de los términos de una contingencia es la consecuencia que sigue a la respuesta; esta consecuencia podría aumentar la probabilidad de continuar emitiendo una respuesta. La retroalimentación es un factor que se ha estudiado en el establecimiento de ciertos repertorios conductuales. Cuando la retroalimentación es continua, se relaciona con el rápido establecimiento de un desempeño efectivo que se conserva a lo largo de un entrenamiento en este tipo de discriminaciones (Martínez y Ribes 1996; Stromer y Osborne, 1982).

El control instruccional depende en gran medida de la historia de reforzamiento, si un sujeto tiene un historial de seguimiento instruccional es más probable que siga las indicaciones en el futuro (Burns y Staats, 1991; Galizio, 1979; Peláez y Moreno, 1998). Experimentalmente se ha observado que el tipo de instrucción puede propiciar un fenómeno conocido como insensibilidad a las contingencias (Hayes, Brownstein, Zettle, Rosenfarb y Korn, 1986). Es un comportamiento resistente al cambio en las contingencias de una tarea para continuar siendo controlado por la descripción misma, aun cuando el desempeño pueda verse afectado (Podlesnik y Chase, 2006).

Un problema al utilizar las tareas de discriminación condicional para estudiar el control instruccional consiste en la identificación de la fuente de control de la conducta. Cuando un sujeto sigue la instrucción correctamente y por lo tanto coincide con las consecuencias positivas, es difícil establecer con precisión la fuente de control. Una estrategia para superar esta dificultad ha sido la evaluación de los reportes verbales de los sujetos emitidos por lo general después de su ejecución, es decir, si los sujetos pueden abstraer las contingencias de una tarea para la cual fueron instruidos. Se compara el reporte verbal con la ejecución y se corrobora si existe alguna correspondencia entre la instrucción inicial y la regla construida; si la hay, se puede suponer que el comportamiento

de los participantes fue al menos en parte controlado por la instrucción (Cepeda et al., 1991; Hayes, Brownstein, Haas y Greenway, 1986; Hickman, Plancarte, Moreno, Cepeda y Arroyo, 2011; Martínez, 1994). Otra forma alternativa ha sido emplear instrucciones falsas al inicio del entrenamiento en una tarea de discriminación condicional. Martínez y Ribes (1996) compararon dos historias de seguimiento instruccional; para un grupo de sujetos la instrucción proporcionada era una correcta o verdadera (*e.g., elige el estímulo semejante*) mientras que a un segundo grupo se les presentaba una instrucción falsa (*e.g., elige el estímulo diferente*). En una última fase ambos grupos recibían la misma instrucción falsa del segundo grupo. Para ambos grupos la respuesta correcta en todas las sesiones era elegir el estímulo de comparación que era semejante a la muestra. Los resultados mostraron un claro control instruccional para el grupo con la instrucción verdadera y mayor control por las contingencias para el grupo con la instrucción falsa.

La precisión de las instrucciones es un elemento que modifica su seguimiento y se observa en el desempeño. Cuando la instrucción es específica, en general los participantes logran desempeños altos en tareas discriminativas (Hayes, Brownstein, Haas y Greenway, 1986; Ortiz, Pacheco, Bañuelos y Plascencia, 2007; Ortiz, Padilla, Pulido y Véñez, 2008). Sin embargo, la forma de presentación de las instrucciones también repercute en el desempeño. Martínez y Tamayo (2005) demostraron que las instrucciones imprecisas alteran la ejecución de los sujetos en tareas de igualación a la muestra.

Una instrucción proporcionada en forma negativa puede cumplir con un requisito de precisión y pertinencia con la contingencia que describe y aun así suponemos no garantiza un desempeño alto ni el control total sobre la conducta. Una posibilidad en la descripción de las contingencias es cuando se emite una instrucción que señala aquella conducta que *no* se debe emitir pero no especifica la conducta apropiada. Sobre este caso particular de instrucción identificamos dos vertientes en este tipo de descripción. La primera es cuando la respuesta posible es dicotómica, es decir al haber dos opciones, la instrucción negativa reduce el rango de respuesta a una sola opción, por lo tanto no se emite la conducta que la instrucción describe y con cierta probabilidad

suele emitirse la otra opción. La segunda es cuando la respuesta posible es múltiple, la instrucción negativa reduce el rango de respuestas, pero aún puede existir variabilidad en el comportamiento aunque la instrucción se haya seguido, la emisión de la conducta en este caso también dependería de las contingencias y no únicamente por la instrucción.

El interés del presente estudio se centró en analizar si los participantes pudieron derivar una respuesta correcta impuesta previamente y después de la presentación de una instrucción negativa y el papel de la retroalimentación en la emisión de la conducta alternativa. Con este propósito, usamos una tarea de discriminación condicional en donde en cada ensayo una instrucción especificaba el criterio de igualdad que no se debía elegir y la retroalimentación indicaba la respuesta correcta, si ésta era emitida y la cual estaba predeterminada por el experimentador. Los ensayos se presentaron de dos formas: ensayos en los que la instrucción variaba de ensayo a ensayo (presentación variada); o bien, ensayos que eran presentados en bloques de 12 con la misma instrucción durante cada bloque (presentación bloque). Ante estas condiciones supusimos que la instrucción negativa adquiriría control sobre la respuesta de omisión y que la retroalimentación facilitaría la adquisición de la respuesta alternativa correcta.

## **Método**

### **Participantes**

Cuarenta estudiantes universitarios participaron voluntariamente y sin experiencia previa en la tarea experimental. El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de su universidad y en el laboratorio del Instituto de Neurociencias de la Universidad de Guadalajara. La selección de los jóvenes se llevó a cabo considerando que la edad de los participantes fuera de entre 18 y 23 años y cursaran del primero al sexto semestre de la carrera y se les pidió que firmaran una hoja de consentimiento.

### *Aparatos y Materiales*

Se utilizaron cuatro computadoras portátiles de marca comercial con monitor de pantalla de 17" para la presentación de la tarea y registro automático de las respuestas. La programación de los estímulos, las instrucciones, la aplicación de la tarea experimental y la recolección de datos se llevó a cabo con el software *E-Prime* versión 1.3.

### *Procedimiento*

Cada participante se sentaba frente al monitor y en la pantalla aparecían cuatro figuras geométricas como estímulos visuales, en cada ensayo un estímulo aparecía en la parte central superior de la pantalla y los tres estímulos restantes se colocaron alineados debajo del estímulo superior. El estímulo de la parte superior era el estímulo muestra (Em) y los tres inferiores los estímulos de comparación (Eco's). Cada Eco mostraba una de tres relaciones con respecto al Em; *i.e.*, identidad (igual forma y color), semejanza (igual forma y diferente color o diferente forma e igual color) o diferencia (diferente forma y color). Las figuras que se utilizaron en las sesiones de entrenamiento fueron círculos, cuadrados, triángulos y rectángulos. Para las fases de prueba y línea base las figuras que se agregaron fueron cruces, rayas, pentágonos y rombos. Los colores utilizados para todos los estímulos fueron rojo, amarillo, verde y blanco. Los sujetos respondieron a los estímulos presionando en el teclado una de las teclas numéricas 1, 2, o 3 que correspondían con la posición de los estímulos de comparación en la pantalla del monitor: izquierda, centro y derecha respectivamente. La respuesta correcta siempre estuvo en función de la instrucción para cada ensayo y el participante debía responder a la relación correcta que previamente estaba estipulada. La Tabla 1 muestra la secuencia para una respuesta correcta.

*Tabla 1*  
Relación de respuestas correctas para cada tipo de instrucción.  
El criterio de la respuesta correcta fue arbitrario

<i>Instrucción</i>	<i>Relación negativa</i>	<i>Relación correcta</i>
No elijas	Idéntico	Diferente
No elijas	Semejante	Idéntico
No elijas	Diferente	Semejante

La tarea de los participantes consistió en primer lugar en no responder a la relación que indicaba la instrucción y en segundo elegir una de las dos opciones restantes. Si la elección coincidía con la opción que estaba especificada como correcta era retroalimentada positivamente. Si por el contrario, la elección no coincidía la retroalimentación era negativa. Cuando la respuesta era correcta aparecía en la pantalla la palabra “¡ACIERTO!” en color verde con una duración de 1.5 segundos; cuando la respuesta era incorrecta la palabra “¡ERROR!” aparecía en color rojo con una duración de 1.5 segundos. No hubo límite de tiempo para responder en cada ensayo ni para realizar la tarea. En las fases de prueba no hubo retroalimentación y después de la respuesta del participante inmediatamente aparecía el ensayo siguiente hasta completar 36 ensayos por sesión.

### **Instrucciones**

Una vez que los participantes estaban sentados frente a la computadora, se les pidió que firmaran la hoja de consentimiento. Posteriormente, en la pantalla apareció un mensaje de bienvenida y agradecimiento por participar en el estudio con el siguiente texto:

*“Te damos la bienvenida a este estudio sobre aprendizaje. Te agradecemos tu participación y esperamos que pases un buen rato. Por ahora no podemos darte más información acerca del estudio, en caso de que te interese, por favor regresa cuando haya terminado el estudio y te la daremos con gusto.*

*Lee con cuidado las instrucciones que se te presentan a continuación acerca de la tarea que realizarás enseguida. Pulsa la barra espaciadora para continuar.”*

En la siguiente pantalla aparecía el texto:

*“En la pantalla aparecerán cuatro figuras, una arriba y tres abajo. Debes elegir una de las de abajo. Para llevar a cabo tu elección deberás oprimir las teclas 1, 2 o 3 que corresponden de la siguiente manera: La tecla 1 para la figura de la izquierda; la tecla 2 para la figura del centro; y la tecla 3 para la figura de la derecha.*

*En esta ocasión no recibirás información acerca de si es correcta o incorrecta tu elección. Si tienes alguna duda consulta al asistente, ya que una vez iniciada la sesión no será posible hacerlo.*

*Cuando acabe esta sesión aparecerá un letrero informándote del cambio a la siguiente etapa.*

*Pulsa la barra espaciadora para continuar.”*

Para las sesiones con retroalimentación, el texto era el siguiente:

*“Una vez más agradecemos tu participación. Ahora, antes de cada ensayo, en la pantalla aparecerá una instrucción, una vez que la hayas leído, pulsa la barra espaciadora para continuar.*

*De las figuras de abajo elige aquella que te permita obtener un mayor número de respuestas correctas de acuerdo a la instrucción. Pon mucha*

*atención pues solamente hay una respuesta correcta para cada ensayo y para cada instrucción. Después de cada elección aparecerá un letrero informándote si tu respuesta fue un acierto o un error.*

*Cuando acabe esta sesión aparecerá un letrero informándote el cambio a la siguiente etapa.*

*Pulsa la barra espaciadora para continuar.”*

*Tabla 2*

El signo + significa retroalimentación y el signo – significa ausencia de retroalimentación. Bloque se refiere a si los ensayos eran presentados en bloques de 12 y variada a que los ensayos eran presentados aleatoriamente durante cada sesión

<i>Grupos</i>		<i>Fase 1</i>	-	<i>Fase 2</i>	-
Grupo 1 variada	Línea Base	+	Prueba	-	Prueba
Grupo 2 bloque	Línea Base	+	Prueba	-	Prueba
Grupo 3 variada	Línea Base	-	Prueba	+	Prueba
Grupo 4 bloque	Línea Base	-	Prueba	+	Prueba
# de sesiones	1	4	1	4	1

### **Diseño experimental**

Para los cuatro grupos el experimento consistió de once sesiones, cada una formada por una serie de 36 ensayos consecutivos de una tarea de igualación a la muestra (ver Tabla 2). Cada grupo tenía las siguientes características: en las sesiones en bloque se presentaron 12 instrucciones negativas al semejante, 12 al idéntico y 12 diferentes con retroalimentación continua en la fase que correspondía; mientras que en las sesiones con instrucción variada los ensayos se programaron en forma aleatoria (ver Tabla 3).

Tabla 3

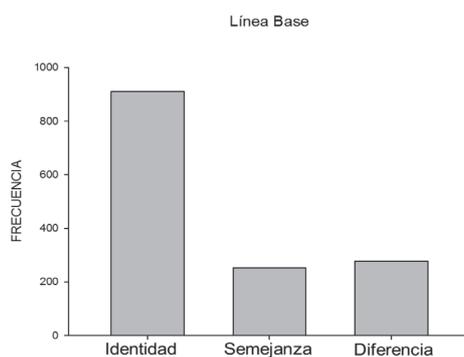
La parte izquierda muestra una sesión con los ensayos presentados en bloque y la parte derecha con los ensayos en presentados en forma variada

N° ensayo	Instrucción por ensayo	Respuesta correcta	Retroalimentación
1	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
2	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
3	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
4	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
5	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
6	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
7	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
8	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
9	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
10	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
11	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
12	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
13	No respuestas al diferente	semejante	Sí
14	No respuestas al diferente	semejante	Sí
15	No respuestas al diferente	semejante	Sí
16	No respuestas al diferente	semejante	Sí
17	No respuestas al diferente	semejante	Sí
18	No respuestas al diferente	semejante	Sí
19	No respuestas al diferente	semejante	Sí
20	No respuestas al diferente	semejante	Sí
21	No respuestas al diferente	semejante	Sí
22	No respuestas al diferente	semejante	Sí
23	No respuestas al diferente	semejante	Sí
24	No respuestas al diferente	semejante	Sí
25	No respuestas al idéntico	diferente	Sí
26	No respuestas al idéntico	diferente	Sí
27	No respuestas al idéntico	diferente	Sí
28	No respuestas al idéntico	diferente	Sí
29	No respuestas al idéntico	diferente	Sí
30	No respuestas al idéntico	diferente	Sí
31	No respuestas al idéntico	diferente	Sí
32	No respuestas al idéntico	diferente	Sí
33	No respuestas al idéntico	diferente	Sí
34	No respuestas al idéntico	diferente	Sí
35	No respuestas al idéntico	diferente	Sí
36	No respuestas al idéntico	diferente	Sí

N° ensayo	Instrucción por ensayo	Respuesta correcta	Retroalimentación
1	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
2	No respuestas al idéntico	diferente	Sí
3	No respuestas al diferente	semejante	Sí
4	No respuestas al idéntico	diferente	Sí
5	No respuestas al diferente	semejante	Sí
6	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
7	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
8	No respuestas al idéntico	diferente	Sí
9	No respuestas al diferente	semejante	Sí
10	No respuestas al idéntico	diferente	Sí
11	No respuestas al idéntico	diferente	Sí
12	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
13	No respuestas al diferente	semejante	Sí
14	No respuestas al diferente	semejante	Sí
15	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
16	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
17	No respuestas al idéntico	diferente	Sí
18	No respuestas al diferente	semejante	Sí
19	No respuestas al idéntico	diferente	Sí
20	No respuestas al diferente	semejante	Sí
21	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
22	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
23	No respuestas al idéntico	diferente	Sí
24	No respuestas al diferente	semejante	Sí
25	No respuestas al idéntico	diferente	Sí
26	No respuestas al idéntico	diferente	Sí
27	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
28	No respuestas al diferente	semejante	Sí
29	No respuestas al diferente	semejante	Sí
30	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
31	No respuestas al idéntico	diferente	Sí
32	No respuestas al diferente	semejante	Sí
33	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
34	No respuestas al diferente	semejante	Sí
35	No respuestas al semejante	idéntico	Sí
36	No respuestas al idéntico	diferente	Sí

## Resultados

La frecuencia de elección sumada de todos los sujetos en la línea base, que consistió de una sesión de 36 ensayos con una instrucción inicial general y sin retroalimentación aparece en la Figura 1. A lo largo de la sesión, la preferencia por la relación de identidad tuvo una alta prevalencia (911) con respecto a la relación de semejanza (252) y a la de diferencia (277).

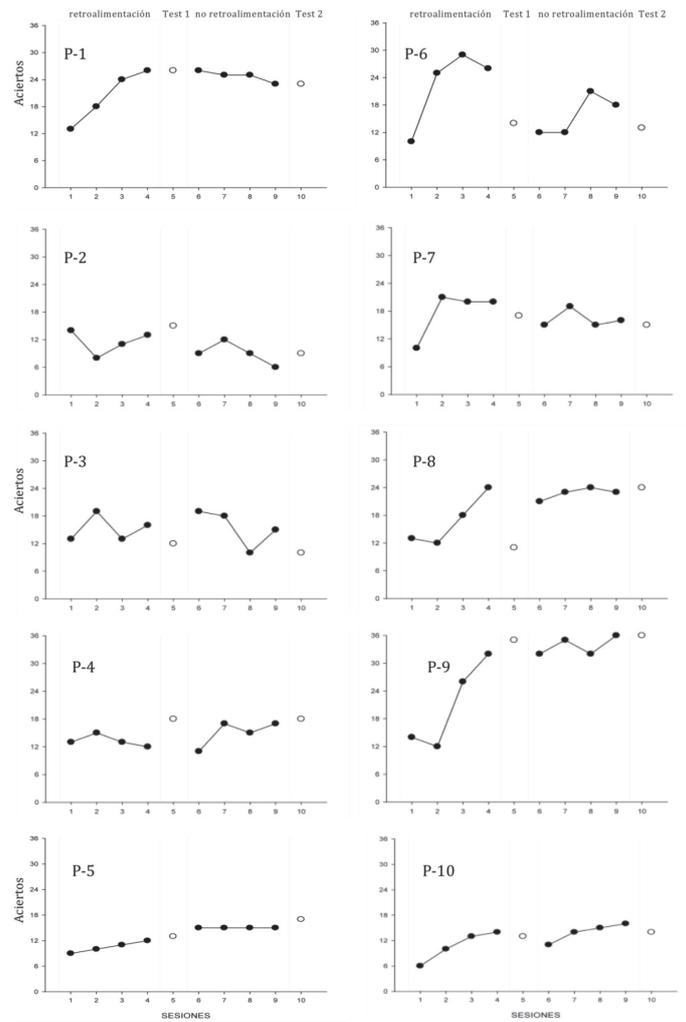


**Figura 1.** Respuestas de los 40 participantes en la línea base. En el eje vertical se representa la frecuencia de elección y en el eje horizontal las tres relaciones físicas disponibles en cada ensayo.

*Grupo instrucción variada con retroalimentación en la primera fase (V R/sR)*

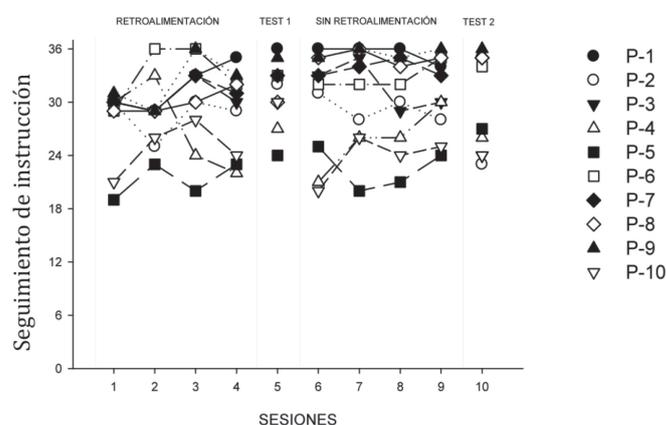
La Figura 2 representa el número de respuestas correctas de cada uno de los sujetos del Grupo 1 (V R/sR) a lo largo de diez sesiones sin mostrar línea base, ya que en esta sesión no había respuestas correctas. En este grupo se presentaron las instrucciones previas a cada ensayo de manera variada con retroalimentación en la primera fase y sin retroalimentación en la segunda fase (V R/sR). Los participantes tuvieron un desempeño similar en la primera sesión con respuestas que fueron de 6 a 12 aumentando este rango de 8 a 30 respuestas aproximadamente. En el primer test los participantes mostraron variabilidad en el número de respuestas correctas pero manteniendo el mismo rango que en las dos fases y en los test. El participante

P-9 fue el único caso de este grupo que mostró un alto nivel de respuestas correctas y mantuvo consistente su alto desempeño a lo largo de las sesiones sin retroalimentación.



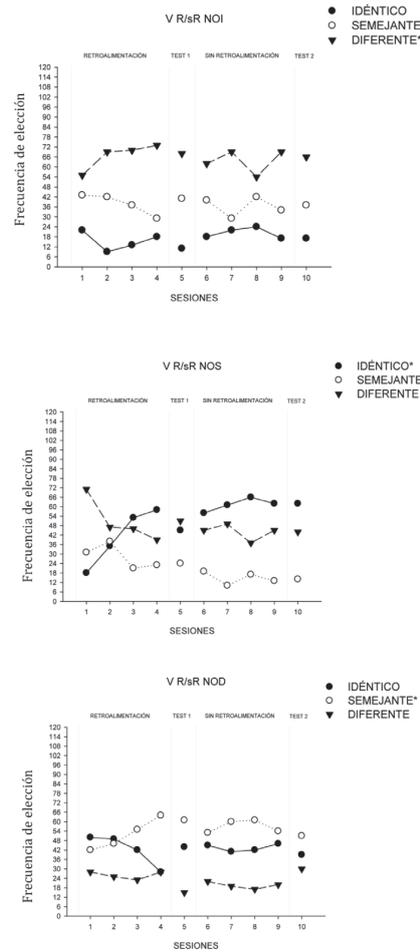
**Figura 2.** Número de respuestas correctas del grupo con instrucciones variadas y retroalimentación solo en la primera fase (V R/sR). Los círculos negros representan las sesiones de entrenamiento y los blancos las sesiones de test.

En la Figura 3 se muestra el número de ensayos por sesión en donde la respuesta era pertinente con la instrucción previa independientemente de si la respuesta era correcta o incorrecta. En general la tasa de seguimiento instruccional es alta aunque variable siendo los participantes P-5 y P-9 los que siguieron la instrucción poco más de la mitad de las veces de los 36 ensayos tanto para sesiones experimentales como test.



**Figura 3.** Frecuencia del seguimiento de la instrucción negativa en cada ensayo del grupo V R/sR con instrucciones variadas y retroalimentación en la primera fase.

La relación elegida ante cada instrucción negativa se muestra en la Figura 4. Ante la instrucción no-idéntico (NOI) los participantes de este grupo eligieron desde el inicio la figura diferente de acuerdo con la retroalimentación como correcta (gráfica superior). Ante la instrucción de no-semejante (NOS) los participantes iniciaron eligiendo el estímulo diferente, sin embargo, con la retroalimentación la elección cambió a estímulo idéntico (gráfica central). Ante la instrucción no-diferente (NOD) la elección inició con preferencia por el estímulo idéntico, pero en la tercera sesión con retroalimentación las respuestas predominaron en el estímulo semejante (gráfica inferior). En los test y fase sin retroalimentación se mantuvo el patrón de respuesta mostrado en la primera fase.

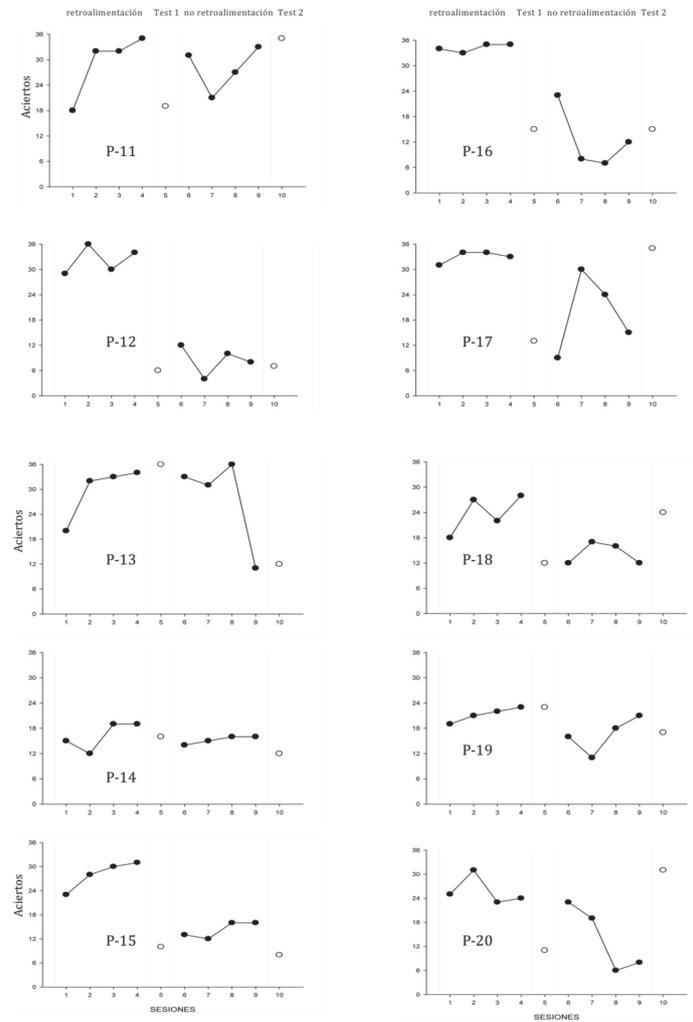


**Figura 4.** Frecuencia de relación (idéntico, semejante y diferente) elegida dependiendo del tipo de instrucción para cada sesión del grupo V R/sR con instrucciones variadas y retroalimentación en la primera fase. El asterisco indica la respuesta correcta para cada tipo de instrucción negativa: NOI = no-idéntico, NOS= no-semejante, NOD= no-diferente.

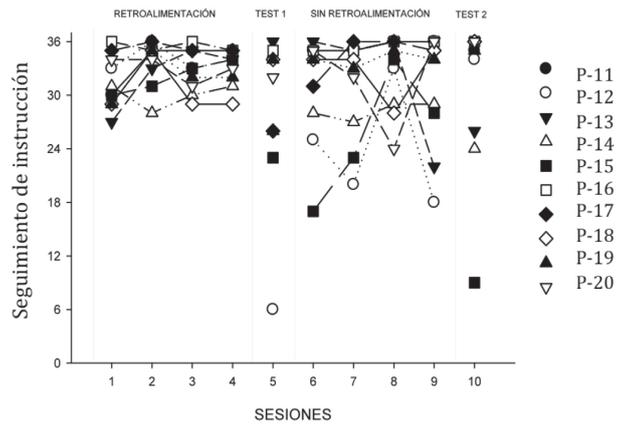
*Grupo 2 instrucción bloque con retroalimentación  
en la primera fase (B R/sR)*

La Figura 5 muestra el número de respuestas correctas referentes al grupo B R/sR, en el cual se presentaron los ensayos en bloques y con retroalimentación en la primera fase (B R/sR). Este grupo tuvo un desempeño relativamente constante con más de la mitad de aciertos en la primera fase exceptuando al participante P-14 que obtuvo menos de la mitad de respuestas correctas, sin embargo, a partir del primer test los participantes responden de manera variada no manteniendo el patrón de respuestas que tuvieron en la primer fase con retroalimentación. El participante P-11 tuvo un buen desempeño al terminar la fase con retroalimentación con 35 respuestas correctas, en el primer test obtuvo 18 respuestas correctas, posteriormente vuelve a mejorar su desempeño y obtuvo el máximo de 36 respuestas correctas en el segundo test. El participante P-12 de este grupo obtuvo respuestas correctas superiores a las 30 respuestas correctas en las primeras sesiones, pero disminuye su desempeño por debajo de las 8 respuestas correctas en las sesiones sin retroalimentación, tanto en test como sesiones experimentales. El participante P-17 tuvo un desempeño fluctuante en la segunda fase, sin embargo, en el segundo test obtuvo 36 respuestas correctas.

La Figura 6 muestra que los sujetos de este grupo siguieron la instrucción negativa de manera constante en la primera fase aunque los participantes P-14 y P-18 fueron los más bajos. En el primer test el participante P-12 siguió la instrucción únicamente en seis ensayos y los participantes P-14, P-15 y P-17 disminuyeron la frecuencia con que siguieron la instrucción. En la segunda fase los participantes P-12, P-15 y P-20 variaron la frecuencia con que seguían la instrucción a lo largo de estas cuatro sesiones experimentales. Finalmente, excepto P-13, P-14 y P-15, en el segundo test la mayoría de los participantes volvieron a seguir la instrucción de manera reiterada con una tasa de seguimiento de instrucción constante.

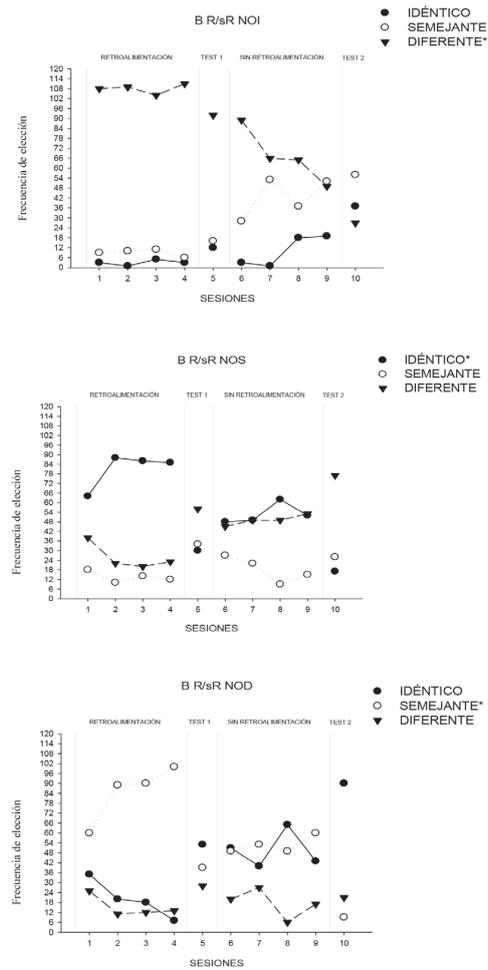


**Figura 5.** Número de respuestas correctas del grupo con instrucciones en bloque y retroalimentación en la primera fase (B R/sR). Los círculos negros representan las sesiones de entrenamiento y los blancos las sesiones de prueba.



**Figura 6.** Frecuencia del seguimiento de la instrucción negativa en cada ensayo del grupo B R/sR con instrucciones en bloque y retroalimentación en la primera fase.

Con respecto a la relación elegida de acuerdo con la instrucción, la Figura 7 muestra que los participantes desde la primera sesión con retroalimentación respondieron al estímulo correcto manteniendo el incremento de este patrón hasta la cuarta sesión. Sin embargo, en la fase sin retroalimentación el patrón cambió demostrando variabilidad en las elecciones de los participantes y por lo tanto se interrumpió el patrón en comparación con la fase previa. En los dos tests también hubo variabilidad en las elecciones, exceptuando el bloque NOI en el que mantuvieron la elección del estímulo diferente como en la fase previa.



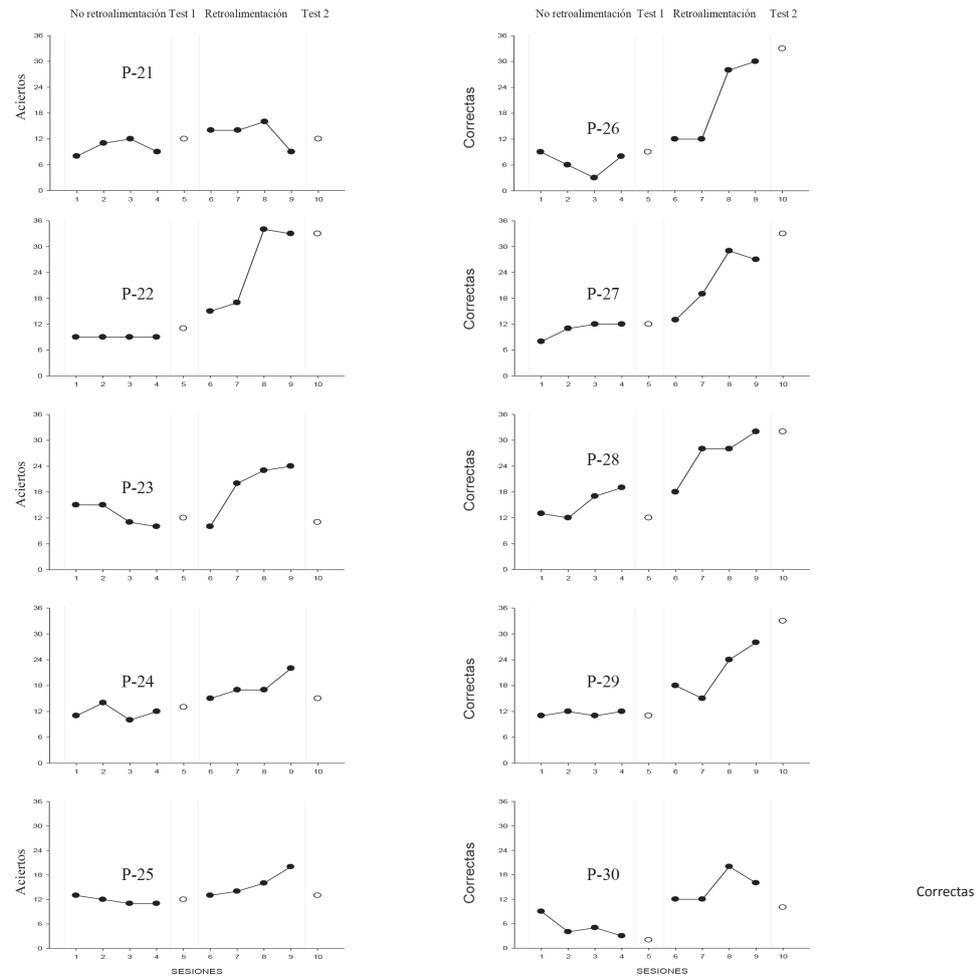
**Figura 7.** Frecuencia de relación (idéntico, semejante y diferente) elegida dependiendo del tipo de instrucción para cada sesión del grupo B R/sR con instrucciones en bloque y retroalimentación en la primera fase. El asterisco indica la respuesta correcta para cada tipo de instrucción negativa. NOI= no-idéntico, NOS= no-semejante, NOD= no-diferente.

*Grupo instrucción variada con retroalimentación  
en la segunda fase (V sR/R)*

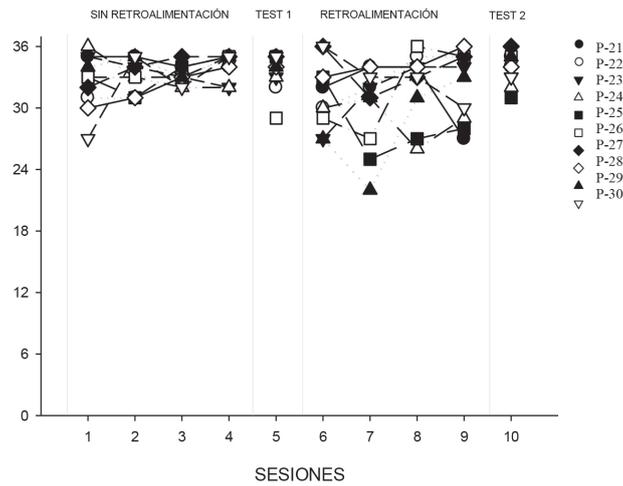
La Figura 8 muestra el número de respuestas correctas de grupo (V sR/R), en este grupo los ensayos con las instrucciones se presentaron de manera variada, pero la retroalimentación se proporcionó en la segunda fase, entre las sesiones seis y nueve este grupo obtuvo una cantidad baja de respuestas correctas en la primera fase sin retroalimentación y el desempeño en el primer test fue similar a lo mostrado en sesiones previas. Una vez que los participantes recibieron retroalimentación, con excepción de P-21 su desempeño mejoró gradualmente. Cuando nuevamente se retiró la retroalimentación en el segundo test, cinco de los participantes tuvieron un buen desempeño y la otra mitad del grupo no mantuvo su ejecución previa.

Respecto al seguimiento instruccional, los participantes tuvieron una alta ejecución en la primera fase con un rango de 30 a 36 respuestas que correspondieron con la instrucción, excepto el participante P-30, que en la primera sesión sus respuestas correspondieron en 27 ocasiones con la instrucción (ver Figura 9).

En el primer test hubo una consistencia con el seguimiento de instrucciones. Una vez que los participantes iniciaron con las sesiones con retroalimentación se notó una disminución en el seguimiento de instrucciones, aunque en el segundo test sin retroalimentación nuevamente se redujo la diferencia entre los sujetos en el seguimiento de instrucciones.

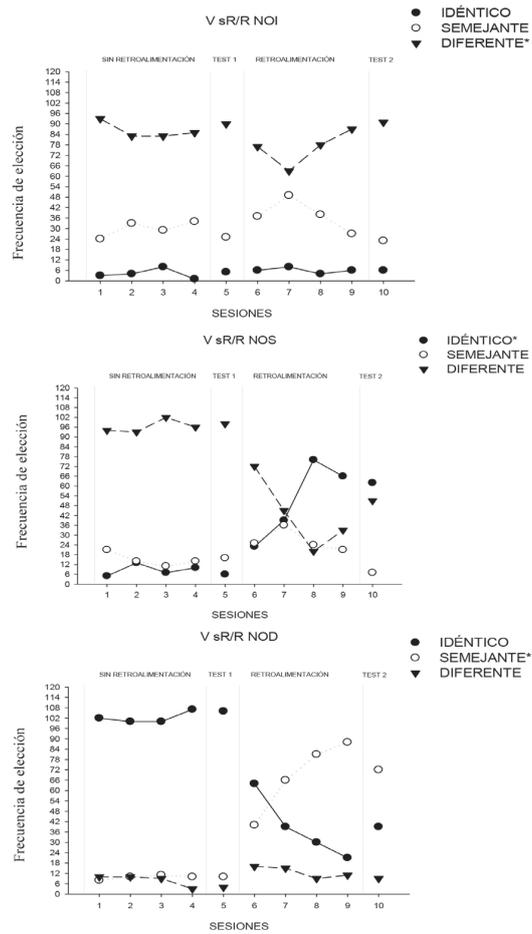


**Figura 8.** Número de respuestas correctas del grupo con instrucciones variadas y retroalimentación solo en la segunda fase (B sR/R). Los círculos negros representan las sesiones de entrenamiento y los blancos las sesiones de prueba.



**Figura 9.** Frecuencia del seguimiento de la instrucción negativa en cada ensayo del grupo V sR/R con instrucciones variadas y retroalimentación solo en la segunda fase.

La elección de acuerdo a cada instrucción se muestra en la Figura 10, los participantes en la primera fase mostraron una preferencia por elegir la figura diferente ante la instrucción no-idéntico (NOI) y no-semejante (NOS), así como una preferencia por elegir la figura idéntica ante la instrucción no-diferente (NOD). Una vez que los participantes pasaron a la fase con retroalimentación, el patrón de respuestas cambió de acuerdo con la contingencia de reforzamiento manteniendo ese patrón de respuesta en el segundo test.

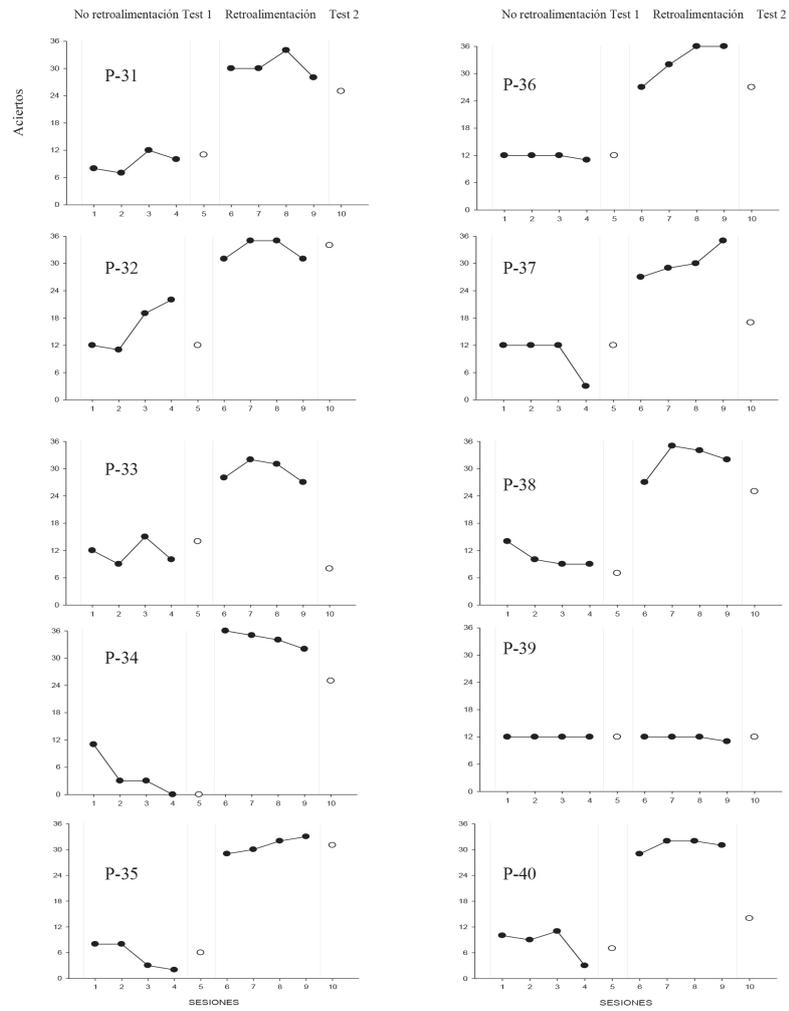


**Figura 10.** Frecuencia de relación (idéntico, semejante y diferente) elegida dependiendo del tipo de instrucción para cada sesión del grupo V sR/R con instrucciones variadas y retroalimentación solo en la segunda fase. El asterisco indica la respuesta correcta para cada tipo de instrucción negativa: NOI= no-idéntico, NOS= no-semejante, NOD= no-diferente.

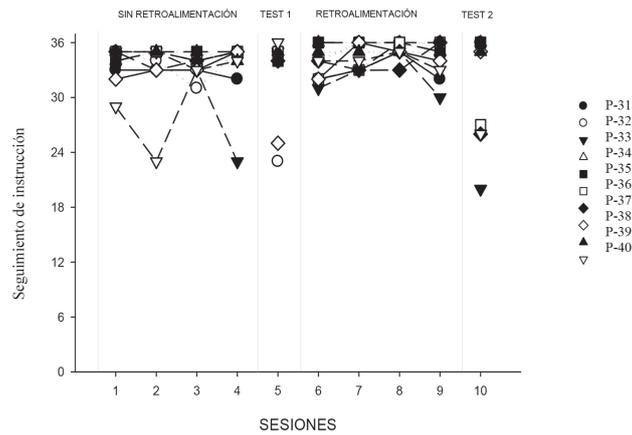
*Grupo instrucción bloque con retroalimentación  
en la segunda fase (B sR/R)*

La Figura 11 muestra el número de respuestas correctas del grupo B sR/R, a este grupo se le presentaron los ensayos en bloque y la retroalimentación en la segunda fase igual que el grupo V sR/R, el número de respuestas correctas sin retroalimentación en la primera fase fue bajo. El participante P-32 fue el único que elevó a 22 el número de respuestas correctas. En el primer test el número de respuestas correctas fue bajo también, inclusive el participante P-34 tuvo cero aciertos. En la fase con retroalimentación hubo un aumento considerable en el número de respuestas correctas hasta un poco más de 30 respuestas correctas, exceptuando al participante P-39 que respondió prácticamente igual a lo largo de todo el experimento por lo que siempre obtuvo 12 respuestas correctas por sesión. Aun así, en el segundo test, la mayoría de los participantes fueron incapaces de mantener el tipo de respuestas que estaban emitiendo en la segunda fase.

El seguimiento instruccional de los participantes del grupo B sR/R se muestra en la Figura 12. Exceptuando al participante P-40 en tres sesiones y al participante P-33 en la cuarta sesión, el número de ensayos siguiendo la instrucción se mantuvo por encima de los 30 ensayos en ambas fases. En el primer test, con excepción de los participantes P-32 y P-38 que alcanzaron en 24 ocasiones la correspondencia con la instrucción, el resto de los participantes tuvieron una ejecución óptima. En el segundo test sólo tres participantes no alcanzaron la máxima ejecución.

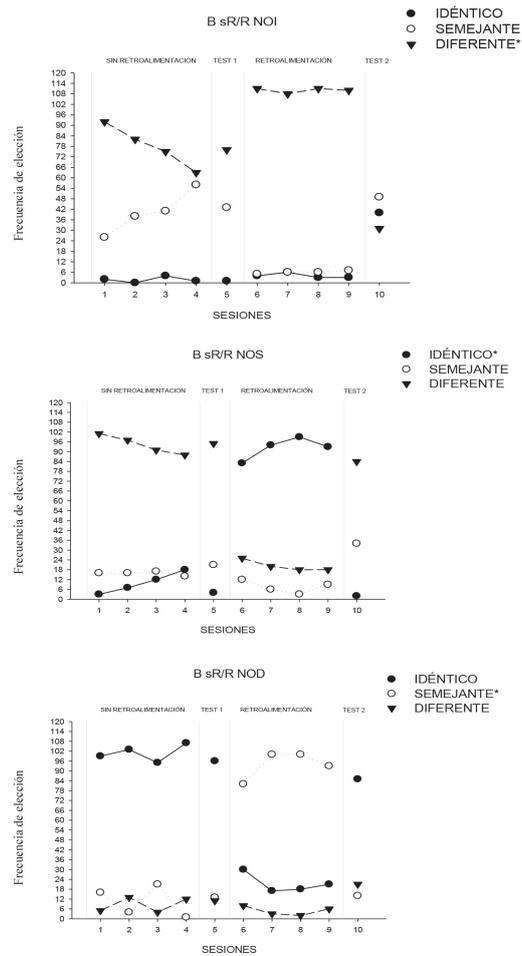


**Figura 11.** Número de respuestas correctas del grupo con instrucciones en bloque y retroalimentación solo en la segunda fase (B sR/R). Los círculos negros representan las sesiones de entrenamiento y los blancos las sesiones de prueba.



**Figura 12.** Frecuencia del seguimiento de la instrucción negativa en cada ensayo del grupo B sR/R con instrucciones en bloque y retroalimentación solo en la segunda fase.

La frecuencia de relación elegida de acuerdo con la instrucción previa del grupo B sR/R se muestra en la Figura 13. Los participantes de este grupo mostraron de manera espontánea una preferencia por el estímulo diferente ante las instrucciones no-idéntico y no-semejante aunque en la cuarta sesión ante la instrucción no-idéntico hubo un aumento en la elección de la figura semejante y disminución ante la figura diferente (gráfica superior). Ante la instrucción no-diferente (NOD) se mostró desde el principio una preferencia hacia la figura idéntica en la primera fase. Al cambiar a la fase de retroalimentación, los participantes cambiaron su patrón de respuesta al que señalaba la retroalimentación desde las primeras sesiones de esta fase, sin embargo, en el segundo test los participantes respondieron de acuerdo con el patrón mostrado en la primera fase, aunque ante la instrucción no-idéntica (NOI) prefirieron la figura semejante.



**Figura 13.** Frecuencia de relación (idéntico, semejante y diferente) elegida dependiendo del tipo de instrucción para cada sesión del grupo B sR/R con instrucciones en bloque y retroalimentación sólo en la segunda fase. El asterisco indica la respuesta correcta para cada tipo de instrucción negativa: NOI= no-idéntico, NOS= no-semejante, NOD= no-diferente.

## **Discusión**

El objetivo principal de este estudio fue evaluar el desempeño de jóvenes bajo una tarea de igualación a la muestra en función de la presentación variada o en bloque de instrucciones negativas con y sin retroalimentación. La tarea requería una respuesta doble por parte de los participantes, primero no elegir el estímulo de comparación que especificaba la instrucción y en segundo elegir una de las dos opciones restantes, una de las cuales había sido programada como correcta. Los resultados se pueden resumir de la siguiente manera: a) la línea base mostró un sesgo inicial por responder al estímulo idéntico; b) las instrucciones negativas en bloque con retroalimentación en la primera fase produjeron las mejores ejecuciones en comparación con las instrucciones variadas con y sin retroalimentación; c) sí hubo control instruccional ante las instrucciones negativas ya que los participantes efectivamente no eligieron el estímulo de comparación indicado por la instrucción, sin embargo, la elección del estímulo de comparación correcto no siempre fue acertada.

Respecto al control ejercido por la instrucción negativa, los participantes mostraron en general un alto índice de seguimiento instruccional, independientemente de si pudieron identificar la respuesta correcta para cada tipo de instrucción (no-idéntico, no-semejante, no-diferente). Sin embargo, el grupo que inició con sesiones de manera variada y con retroalimentación obtuvo los menores índices de seguimiento instruccional. Una posibilidad es que los participantes al responder de acuerdo con la instrucción produjeron una respuesta incorrecta lo cual podría derivar en la consideración de que se trataran de instrucciones falsas (Hayes, Brownstein, Zettle, Rosenfarb y Korn, 1986; Martínez y Tamayo 2005; Martínez y Ribes, 1996). Una segunda posibilidad es que por la gran dificultad que supone recibir instrucciones distintas a cada ensayo, más la derivación de respuestas correctas por medio de la retroalimentación, interfiera con la comprensión de las relaciones físicas de identidad, semejanza y diferencia. Esta segunda posibilidad parece más factible pues el grupo V sR/R que recibió instrucciones de forma variada, pero sin retroalimentación en la primera fase, tuvo un alto índice y menor variabilidad en el seguimiento instruccional. Es decir, para

las condiciones de esta tarea recibir retroalimentación hasta la segunda fase fue clave para aumentar el seguimiento instruccional.

Analizando los resultados de acuerdo con la forma en que se presentaron las instrucciones, los grupos que recibieron las instrucciones en bloque (B R/sR y B sR/R) obtuvieron rápidamente un alto número de respuestas correctas en las sesiones con retroalimentación. Sin embargo, este patrón de respuestas no se mantuvo en las sesiones de prueba cuando se retiró la retroalimentación, inclusive el grupo B sR/R emitió en el segundo test los patrones de respuesta realizados antes de la fase con retroalimentación. Los grupos que recibieron las instrucciones de manera variada (V R/sR y V sR/R) necesitaron más sesiones para identificar la respuesta correcta en la fase con retroalimentación, pero mostraron mayor consistencia en las sesiones de prueba. La forma de entrenamiento con instrucciones variadas supone que el patrón de respuesta requerido por la instrucción es actualizado aproximadamente cada tres o cuatro ensayos mientras que cuando es en bloque, el patrón de respuesta requerido ocurre de manera continua, pero una vez que termina, el periodo siguiente comienza hasta sesiones posteriores. Este factor puede ser determinante para mantener patrones de respuesta en el tiempo y principalmente sin retroalimentación. El arreglo de contingencias de este estudio es de cuatro términos en las sesiones con retroalimentación; una vez que los participantes se enfrentaron a dicha contingencia tuvieron la posibilidad de abstraer las reglas previamente establecidas y emitir una conducta en congruencia con esa regla en las sesiones de prueba. Cepeda et al. (1991) han argumentado que los participantes que reciben instrucciones en este tipo de tareas no necesariamente desarrollan reglas para responder. El hecho de que en nuestro estudio algunos participantes hayan respondido correctamente y otros no debido al tipo de entrenamiento, nos hace considerar que un factor en la generación de reglas es el nivel de dificultad en la tarea.

Los grupos V sR/R y B sR/R tuvieron la particularidad de que recibían retroalimentación hasta la segunda fase de la tarea. Es decir, nos dio la posibilidad de registrar qué tipo de relaciones establecen los participantes, sin una historia experimental de reforzamiento. Los resultados ayudan a entender la alta variabilidad que propicia una instrucción

que reduce las posibilidades de respuesta al 50 %. Sin embargo, existe una tendencia de reciprocidad entre las instrucciones *no elijas la figura idéntica* y *no elijas la figura diferente* (Sidman & Tailby, 1982). Este fenómeno ayuda a entender las relaciones físicas no reforzadas, donde figuras que comparten componentes de forma y color contra figuras que no comparten componentes de forma y color son consideradas opuestas por algunos de los participantes. Martínez y Tamayo (2005) reportaron que participantes universitarios confundieron relaciones de identidad con las de semejanza aunque hubo control instruccional.

Proporcionar la retroalimentación en la segunda fase de la tarea, tuvo como resultado un mayor número de respuestas correctas en los grupos V sR/R y B sR/R que en los otros dos grupos. Esto probablemente se debió a que los participantes que reciben retroalimentación en la primera fase deben familiarizarse con las características de la tarea, al mismo tiempo que las contingencias exigen generar la regla para responder correctamente, mientras que los participantes que recibieron la retroalimentación hasta la segunda fase ya se encontraban habituados a las condiciones generales de la tarea y únicamente necesitaban identificar la respuesta correcta para obtener un mayor desempeño.

Finalmente, el arreglo de contingencias de este estudio nos hace considerar si la conducta estuvo controlada por la regla o por las contingencias. En condiciones óptimas de este arreglo, la respuesta sería que interactúan, ambas tienen el control, sin embargo, lo hacen en momentos distintos. En nuestro caso, reglas y contingencias no son mutuamente excluyentes sino complementarias (Hayes et. al., 1986). La emisión de una descripción verbal en forma negativa no reduce totalmente la gama de posibles respuestas dejando lugar a la variabilidad y al control de las contingencias. El presente estudio aporta una estrategia para estudiar control instruccional mediante la instrucción negativa, la exposición a las contingencias para identificar la respuesta y como consecuencia, la posible generación de reglas. Por ello, es importante considerar para futuros estudios, cuales otros factores pueden acompañar a instrucciones proporcionadas de forma negativa para que la conducta sea gobernada por reglas derivadas de la exposición a las contingencias.

## Referencias

- Baron, A., y Galizio, M. (1983). Instructional control of human behavior. *The Psychological Record*, 33, 95-520.
- Brownstein, A. J. y Shull, R. L. (1985). A rule for the use of the term, "Rule-governed behavior". *The Behavior Analysis.*, 8, 265-267.
- Burns, G. L. y Staats, A. W. (1991). Rule-governed behavior: Unifying radical and paradigmatic behaviorism. *The Analysis of Verbal Behavior*, 9, 127-143.
- Catania, C., Shimoff, E., y Matthews, B. A. (1989). An experimental analysis of rule-governed behavior. En S.C.Hayes (Ed.), *Rule-Governed Behavior: Cognition, Contingencies, and Instructional Control* pp. 119-152. New York: Plenum Press.
- Cepeda, M. L., Hickman, H., Moreno, D., Peñalosa, E., y Ribes, E. (1991). The effect of prior selection of verbal descriptions of stimulus relations upon the performance in conditional discrimination in human adults. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 17, 53-79.
- Cerutti, D. T. (1989). Discrimination theory of rule-governed behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 51, 259-276.
- Galizio, M. (1979). Contingency-shaped and rule-governed behavior: Instructional control of human loss avoidance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 31, 53-70.
- Hayes, S. C., Brownstein, A. J., Haas, J. R., y Greenway, D. E. (1986). Instructions, multiple schedules, and extinction: Distinguishing rule-governed from schedule-controlled behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 46, 137-147.
- Hayes, S. C., Brownstein, A. J., Zettle, R. D., Rosenfarb, I., y Korn, Z. (1986). Rule-governed behavior and sensitivity to changing consequences of responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 45, 237-256.
- Hayes, S. C. y Hayes, L. J. (1989). The verbal action of the listener as a basis for rule-governance. En S.C.Hayes (Ed.), *Rule-governed behavior: Cognition, contingencies, and instructional control* pp. 153-190). New York: Plenum Press.
- Hayes, S. C., Zettle, R. D., y Rosenfarb, I. (1989). Rule-Following. En S.C.Hayes (Ed.), *Rule-governed behavior: Cognition, contingencies, and instructional control* pp. 191-220). New York: Plenum Press.
- Hickman, H., Plancarte, P. A., Moreno, D., Cepeda, M. L., y Arroyo, R. (2011). Efecto del tipo de instrucción sobre el informe verbal y la ejecución en

- niños y adultos. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 11, 425-441.
- Hineline, P. N. y Wanchisen, B. A. (1989). Correlated hypothesizing and the distinction between contingency-shaped and rule-governed behavior. En S.C.Hayes (Ed.), *Rule-governed behavior: Cognition, contingencies, and instructional control* pp. 221-268). New York: Plenum Press.
- Martínez, F. H. (1994). Efectos de la variación de la relación temporal entre verbalizaciones y ejecución en una tarea de discriminación condicional. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 20, 19-48.
- Martínez, H. y Ribes, E. (1996). Interaction of contingencies and instructional history on conditional discrimination. *The Psychological Record*, 46, 301-318.
- Martínez, H., y Tamayo, R.(2005). Interactions of contingencies, instructional accuracy and instructional history in conditional discrimination. *The Psychological Record*, 55, 633-646.
- Moreno, D., Tena, O., Larios, R. M., Cepeda, M. L., y Hickman, H. (2008). Effects of trial-specific verbal descriptions on matching-to-sample performances of children and adults. *European Journal of Behavior Analysis*, 9, 29-42.
- O'Hora, D. y Barnes-Holmes, D. (2004). Instructional control: Developing a relational frame analysis. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 4, 263-284.
- Ortíz, G., Pacheco, V., Bañuelos, I., y Plascencia, L. (2007). Efecto del contacto con instrucciones, la especificidad e historia instruccional en la insensibilidad al cambio contingencial en tareas de igualación de la muestra de primer orden en humanos. *Acta Colombiana de Psicología*, 10, 115.
- Ortíz, G., Padilla, E. D., Pulido, E., y Véñez, H. (2008). Efecto de la precisión e historia instruccional en la insensibilidad al cambio contingencial en la tarea de igualación de la muestra de primer orden en humanos. *Acta Comportamental*, 16, 167-181.
- Peláez, M. y Moreno, R. (1998). Una taxonomía de reglas y su correspondencia con conducta gobernada por reglas. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 24, 197-214.
- Pérez, L. A. (2001). Procesos de aprendizaje de discriminaciones condicionales. *Psicothema*, 13, 650-658.
- Pérez, L. A. y Martínez, F. H. (2007). Control by contextual stimuli in novel second-order conditional discriminations. *The Psychological Record*, 57, 117-143.

- Podlesnik, C. A. y Chase, P. N. (2006). Sensitivity and strength: Effects of instructions on resistance to change. *The Psychological Record*, 56, 303-320.
- Ribes, E. (2000). Instructions, rules, and abstraction: A misconstrued relation. *Behavior and Philosophy*, 28, 41-55.
- Ribes, E., y Martínez, H. (1990). Interaction of contingencies and rule-instruction in the performance of human subject subjects in conditional discrimination. *The Psychological Record*, 40, 565-586.
- Sidman, M. y 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.
- Skinner, B. F. (1957). *Verbal behavior*. New York: 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: Appleton Century Crofts.
- Skinner, B. F. (1989). The behavior of the listener. En S.C.Hayes (Ed.), *Rule-governed behavior: Cognition, contingencies, and instructional control* (pp. 85-96). New York: Plenum Press.
- Stromer, R. y Osborne, J. G. (1982). Control of adolescents' arbitrary matching-to-sample by positive and negative stimulus relations. *J.Exp.Anal. Behav.*, 37, 329-348.
- Trigo, E. y Martínez, F. H. (1994). Diseños y procedimientos de validación en la psicología interconductual: discriminación condicional y estrategias longitudinales. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 20, 67-82.

# VI

## Efectividad del reforzamiento inmediato en el aprendizaje de gramáticas artificiales

*Ricardo Tamayo*<sup>1</sup>

Universidad Nacional de Colombia

### Resumen

Varios estudios sobre aprendizaje implícito han demostrado que después de un entrenamiento pasivo, basado en memorización de cadenas generadas por una gramática artificial de estado finito, pueden ocurrir disociaciones entre las descripciones de la gramática subyacente y el desempeño en pruebas de discriminación de secuencias generadas por la misma gramática (ej. Reber, 1967; 1976; 1977). Es decir, los participantes pueden comportarse adaptativamente ante una regularidad ambiental contenida en la gramática artificial, pero no pueden describir verbalmente las reglas subyacentes que gobiernan la estructura de la gramática. Sin embargo, el papel de métodos activos que promuevan el aprendizaje, las descripciones de la gramática subyacente o discrimi-

---

1. Los datos empíricos presentados en este capítulo hicieron parte de un experimento no publicado presentado ante la Universidad de Guadalajara para obtener el título de Maestro en Ciencias del Comportamiento: opción análisis de la conducta. Mis agradecimientos a François Tonneau y Harrie Boelens por su apoyo para la concepción y elaboración del experimento.

naciones adecuadas entre cadenas gramaticales y no gramaticales no se ha establecido con claridad. En este experimento, los participantes fueron entrenados activamente utilizando un procedimiento en el cual se les pedía digitar secuencias de letras organizadas de acuerdo a las reglas markovianas de una gramática artificial. Los participantes recibieron información “Correcto” o “Incorrecto” sobre la precisión de sus respuestas bajo dos condiciones: 1) inmediatamente después de digitar cada letra (reforzamiento inmediato); o bien, 2) cuando digitaban un secuencia de letras completa (reforzamiento tardío). Los resultados de este experimento sugieren que el reforzamiento temprano utilizado en un paradigma de aprendizaje activo (que requiere respuestas observables por parte de los participantes), puede generar descripciones adecuadas de la estructura ambiental subyacente y una elevada proporción de respuestas correctas en ensayos de discriminación.

*Palabras clave:* reforzamiento inmediato, reforzamiento tardío, discriminación, descripción, gramática artificial de estado finito.

### **Abstract**

Many studies on implicit learning have shown that after a passive learning, based on memorization of strings generated by a finite-state grammar, a dissociation arises between the ability to describe the regularities embedded in the underlying artificial grammar and the performance in a discrimination of strings generated by the same grammar (e.g., Reber, 1967, 1976, 1977). This is, the participants can behave adaptably when exposed to an environmental regularity but are unable to verbally describe the underlying rules of the grammatical structure. However, the role of active learning, promoting either accurate descriptions of the underlying grammar, and/or correct performance in discrimination of grammatical and nongrammatical strings has not been clearly established. In this experiment, participants were actively trained using a procedure in which they were required to type strings of letters organized according to the markovian chains generated by a finite-state grammar. Participants were exposed to information about the precision of their

responses (correct or incorrect) 1) immediately after typing each letter (early reinforcement), or 2) after typing a full sequence (late reinforcement). The results of this experiment suggest that early reinforcement, in an active learning task (which required observable responses from the participants), can facilitate both correct descriptions of the underlying grammar, and high proportion of correct responses for the discrimination trials.

*Keywords:* early reinforcement, late reinforcement, discrimination, description, finite-state grammar.

### **Efectividad del Reforzamiento en el Aprendizaje de Gramáticas Artificiales**

Una de las ramas más interesantes de la revolución cognitiva de los años sesenta, se ha centrado en el estudio de fenómenos de aprendizaje implícito, el cual se define como la habilidad de los seres humanos para extraer las regularidades ambientales sin necesidad de poseer simultáneamente la habilidad para describir verbalmente la estructura ambiental que gobierna la regularidad o contingencia ambiental (Stadler y Frensch, 1998; Tamayo y Frensch, 2007; 2015). Esta rama de la investigación en psicología cognitiva es interesante porque hace contacto, tanto a nivel conceptual como a nivel metodológico con la tradición skinneriana de la investigación en conducta gobernada por reglas (ej. Catania, Shimoff, y Matthews, 1989). A pesar de que tanto las investigaciones en conducta gobernada por reglas, propias de un enfoque conductista, como las investigaciones en aprendizaje implícito, propias de un enfoque cognitivo, utilizan terminologías distintas, las dos vertientes de investigación acometen preguntas de investigación similares. Por ejemplo, ¿Cuáles son las variables cruciales para que los participantes humanos aprendan y sigan reglas aún sin haber sido expuestos a las consecuencias directas determinadas por las consecuencias ambientales? ¿Cómo interactúa la historia de reforzamiento con las contingencias, es decir, las experiencias previas de los participantes con reglas que describen correctamente la estructura ambiental y reglas que la descri-

ben inadecuadamente? ¿Cómo ejecutan los seres humanos los procesos de abstracción de las contingencias ambientales a que son expuestos para formularlas en forma de reglas o regularidades? ¿Qué diferencias cuantitativas existen entre lo aprendido mediante simple exposición a las regularidades y mediante la exposición a las descripciones de las regularidades?

Reconocer que estas preguntas son interesantes para las dos familias de enfoques, no implica dejar de reconocer al mismo tiempo que las dos tradiciones poseen tácticas investigativas y conceptuales que tal vez sean inconmensurables y probablemente derivadas de metáforas raíz y actitudes diferentes acerca de su objeto de estudio, metodología y formulación de estructuras causales diferentes (Tonneau y Tamayo, 2001).

Además, aunque este tipo de preguntas son claves para entender aspectos fundamentales de la conducta humana compleja, asociados a las habilidades verbales, resultan difíciles de tratar debido al solapamiento y contradicción terminológica. Por ejemplo, en la tradición cognitiva se usan términos como regularidad ambiental, disociación y aprendizaje implícito; mientras que en la tradición conductual se utilizan términos como contingencia, aprendizaje por reforzamiento y correspondencia entre decir y hacer, por citar algunos ejemplos. Sin embargo, por lo menos a un nivel experimental es posible comprender los resultados del otro enfoque y reinterpretarlos desde el punto de vista del propio.

En este capítulo revisó una pieza experimental clave de la revolución cognitiva, el denominado, proyecto Grammarama, dirigido por George Miller y publicado en 1967, el cual constituyó una pieza de investigación seminal para toda la investigación sobre aprendizaje implícito continuada después por Arthur Reber en las décadas de los ochenta y noventa.

Desde esta época, la utilización del reforzamiento para el entrenamiento de participantes humanos en la producción de cadenas de letras generadas por una gramática artificial subyacente, fue virtualmente abandonada por la psicología desde que se reportó que aún si se empleaban gramáticas extremadamente simples (de máximo dos símbolos) y una considerable cantidad de entrenamiento, los participantes no demostraban haber aprendido todas las reglas que subyacen a la gramática

artificial (Miller, 1967). Esta evidencia, aunada al papel influyente de George A. Miller y Noam Chomsky que jugaron para desestimar el papel de los principios conductistas, condujo a que en la mayoría de experimentos subsiguientes con gramáticas artificiales, no se manipularan ni las contingencias de reforzamiento ni las consecuencias en situaciones de aprendizaje.

En consecuencia, desde la década de los setenta, la investigación se movió hacia paradigmas experimentales más pasivos en los cuales a los participantes se les pedía memorizar, observar o repetir manualmente algunas secuencias de letras preseleccionadas por el experimentador según las reglas determinadas por una gramática artificial de estado finito (Reber, 1967). Este tipo de experimentos pasivos con énfasis en tareas de memorización o repetición ha demostrado sistemáticamente una disociación: los participantes logran normalmente discriminar por encima del nivel de azar entre nuevas instancias de cadenas que cumplen y no cumplen con la gramática artificial subyacente -lo cual implicaría cierto nivel de aprendizaje y capacidad de transferencia-, pero los participantes son *incapaces* de describir verbalmente las reglas gramaticales subyacentes a las secuencias de letras presentadas (p. ej. Reber y Allen, 1978; Reber, 1976; 1977). Este tipo de disociaciones entre la conducta de discriminación y la conducta de descripción de la estructura ambiental, ha sido considerado como el efecto empírico clave para apoyar la existencia de procesos de aprendizaje implícito.

Aunque los estudios iniciales de Arthur Reber y muchas réplicas sistemáticas y conceptuales subsiguientes brindan evidencia clara que este tipo de disociaciones son confiables, estos estudios no predicen las circunstancias bajo las cuales las disociaciones ocurrirían. Una hipótesis alternativa consiste en suponer que un entrenamiento más activo, en el cual los participantes digitan o producen activamente las letras que componen secuencias lícitas determinadas por la gramática artificial, podría facilitar la descripción correcta de las reglas que gobiernan la organización de las cadenas de letras (Mathews y Cochran, 1998). Más específicamente, siguiendo ideas de Ribes-Iñesta (2000), sugiero que la conducta efectiva, es decir la conducta que logra producir adecuadamente reforzadores positivos, durante las fases de aprendizaje, podría

utilizarse para predecir un desempeño correcto en pruebas de discriminación subsecuentes y en la habilidad de los participantes de describir las regularidades del ambiente.

Aunado a lo anterior, cabe destacar que existe evidencia empírica producida por investigadores aplicados y por observaciones en ambientes naturales (Demetras, Post, y Snow, 1986; Goldstein y Wetherby, 1984; Goldstein, 1983; Hirsh-Pasek, Treiman, y Schneiderman, 1984; Moerk, 1983) que sugiere que la retroalimentación provista por el ambiente en forma de reforzadores o castigos puede jugar un papel significativo en el aprendizaje de los lenguajes naturales y artificiales, porque el reforzamiento facilitaría el despliegue de conductas con propiedades topográficas y cuantitativas adecuadas a las combinaciones gramaticales básicas. De hecho, la producción activa de secuencias gramaticales parece capturar aspectos más importantes presentes en interacciones reales entre el participante y su ambiente que el simple entrenamiento pasivo basado en memorización (Mathews y Cochran, 1998; Mathews, Roussel, Cochran, Cook, y Dunaway, 2000).

Adicionalmente una revisión detallada del proyecto Grammarama de Miller (1967) indica que pueden existir tres razones principales por las cuales no se encontró un efecto del reforzamiento sobre el aprendizaje de gramáticas artificiales. Primero, Miller (1967) estaba más interesado en descubrir las estrategias inductivas que los participantes utilizaban para generar descripciones de las regularidades ambientales, que en comparar sistemáticamente y aislar los efectos de diferentes formas de reforzamiento (ver Miller, 1967, pp. 160-161). En segundo lugar, Miller se limitó a reportar el protocolo de los resultados de un participante en una condición experimental, aunque en el reporte se menciona haber trabajado en total con 98 participantes asignados a dos condiciones de entrenamiento diferentes y expuestos a diferentes grados de complejidad gramatical (pp. 155-160 y 162). En tercer lugar, en vez de establecer un criterio empírico previo para finalizar la fase de entrenamiento Miller permitió a los participantes finalizar la fase de entrenamiento en cualquier momento que ellos consideraran que estaban listos para pasar a la fase de discriminación. Esto último favoreció que aproximadamente del 55% de los participantes finalizaran la fase

de entrenamiento antes de tiempo sin estar listos en realidad para pasar a la fase de discriminación (Miller, 1967, p. 163). El hecho de que los participantes pudieran finalizar la fase de entrenamiento en cualquier momento puede indicar que aunque el reforzamiento era efectivo, la finalización prematura contaminó sus efectos sobre el aprendizaje.

En síntesis, la principal pregunta empírica abordada en el experimento que presentaré a continuación consiste en averiguar si el reforzamiento puede o no utilizarse efectivamente para enseñar a participantes humanos a generar secuencias de letras de acuerdo a una gramática artificial de estado finito. Más específicamente, resulta fundamental observar: a) los posibles efectos sobre la habilidad para discriminar nuevas instancias gramaticales y no gramaticales, es decir, para transferir lo aprendido a nuevos arreglos de estímulos que contienen la misma estructura, y b) los posibles efectos sobre la capacidad para describir activamente la estructura gramatical subyacente. Estas preguntas son fundamentales, por dos razones: primero, porque entran en contacto con un amplio espectro de investigaciones aplicadas sobre el aprendizaje secuencial y gramatical (p. ej. Moerk, 1983) y segundo, porque podrían constituir una demostración de que las disociaciones entre el desempeño adecuado en una tarea posterior de discriminación y el bajo desempeño en la descripción de las reglas que gobiernan la regularidad se debe al tipo de entrenamiento que se da inicialmente a los participantes.

Por lo tanto, la hipótesis central de este estudio consiste en plantear que si el entrenamiento inicial se basa en un paradigma activo de contactos frecuentes entre las respuestas de los participantes y las consecuencias ambientales, esto facilitaría por igual el desempeño en las pruebas de transferencia y la habilidad para describir la estructura general subyacente de las instancias aprendidas.

## **Método**

### *Participantes*

Participaron 10 estudiantes de pregrado (7 mujeres y 3 hombres) quienes recibieron el equivalente a \$5 en moneda local por su participación en el experimento. Todos los participantes tenían edades entre 18 y 25 años y no tenían experiencia previa en tareas de aprendizaje implícito o de gramáticas artificiales.

### *Materiales*

Un computador se utilizó para presentar los estímulos en una pantalla CRT de 12 pulgadas y para registrar las respuestas. El programa Tool-Book se utilizó para programar la presentación de estímulos y registrar las repuestas de los participantes. Papel y lápiz se emplearon para que los participantes respondieran preguntas acerca de la estructura gramatical. Las preguntas fueron tomadas del artículo seminal de Reber (1967, p. 8). El Anexo 1, contiene las preguntas formuladas a los participantes en las fases en que se presentó el cuestionario explícito.

### *Diseño*

Se utilizó un diseño intrasujeto contrabalanceado. En primer lugar los participantes fueron enfrentados a una prueba de línea de base que se repitió después de la primera fase de aprendizaje y después de la segunda fase de aprendizaje. Los participantes se distribuyeron en dos grupos experimentales. En los dos grupos hubo condiciones de aprendizaje de *reforzamiento temprano* y *reforzamiento tardío* (ver Tabla 1).

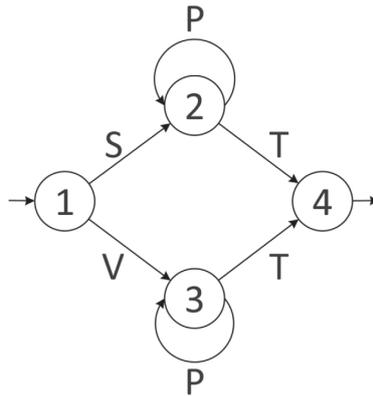
*Tabla 1*  
Diseño de las condiciones experimentales y pruebas de discriminación para el Grupo 1 y el Grupo 2<sup>2</sup>

<i>Fase</i>	<i>Grupo 1</i>	<i>Grupo 2</i>	<i>No. de Bloques</i>
1	Línea de Base (LB)	Línea de Base (LB)	1
2	Reforzamiento Inmediato (RI)	Reforzamiento Tardío (RT)	2
3	Prueba de Discriminación (PD)	Prueba de Discriminación (PD)	1
4	Cuestionario Explícito (CE)	Cuestionario Explícito (CE)	1
5	Reforzamiento Tardío (RT)	Reforzamiento Inmediato (RI)	2
6	Prueba de Discriminación (PD)	Prueba de Discriminación (PD)	1
7	Cuestionario Explícito (CE)	Cuestionario Explícito (CE)	1

#### *Procedimiento*

Todas las fases de entrenamiento, pruebas de discriminación y respuestas a los cuestionarios explícitos se llevaron a cabo en una sola sesión experimental. Todos los participantes fueron entrenados utilizando la estructura de la gramática artificial mostrada en la Figura 1, la cual es igual a la gramática artificial utilizada por Miller (1967). Esta gramática artificial genera exactamente 14 secuencias lícitas.

- 
2. *Nota.* Las pruebas utilizadas en la Fase 1, 3 y 6 fueron exactamente iguales para todos los participantes y en los dos grupos. Las pruebas explícitas (cuestionarios) fueron igualmente repetidos en la Fase 4 y la Fase 7. La única diferencia entre el Grupo 1 y el Grupo 2 es que el Grupo 1 fue expuesto en primer lugar (Fase 2) a un tipo de aprendizaje por reforzamiento inmediato y posteriormente (Fase 4) a un tipo de aprendizaje por reforzamiento tardío. Mientras que para el Grupo 2 se invirtió el orden del tipo de entrenamiento: primero el reforzamiento tardío y luego el entrenamiento mediante reforzamiento inmediato.



**Figura 1.** Gramática artificial de estado finito utilizada en el experimento. Esta estructura es idéntica a la utilizada por Miller (1967). Las cadenas de letras son generadas siguiendo cualquiera de las secuencias posibles indicadas por las flechas (iniciando en 1 y continuando hasta la vía de salida en 4, generando, en cada transición, una letra a su paso). Los nodos 2 y 3 permiten que la letra P se repita indefinidamente hasta que se genera la letra T. Por ejemplo, una secuencia correcta puede ser: S – P – P – T mientras que una secuencia incorrecta puede ser S – V – V – T.

Para la línea de base y las fases de prueba, se utilizó el mismo procedimiento empleado por Reber (1967, Experimento 2). Cada participante fue expuesto a una serie de 28 ensayos. En cada ensayo se presentó a los participantes una secuencia completa de letras y se le solicitó decidir si la secuencia era correcta (gramatical) o incorrecta (no gramatical). Durante la línea de base y las fases de prueba no se presentó ningún tipo de retroalimentación o consecuencia a los participantes. Para estas fases de prueba se construyó una lista de 28 estímulos de prueba compuestos por secuencias de letras (14 gramaticales y 14 no gramaticales) las secuencias gramaticales se construyeron basados en la gramática artificial de la Figura 1, las secuencias no gramaticales contenían una violación o error en la secuencia y no eran ostensiblemente incorrectos (ver Tabla 2).

Tabla 2  
Conjunto de los 28 estímulos usados durante las pruebas  
de discriminación sin retroalimentación

<i>Secuencias correctas</i>	<i>Secuencias incorrectas</i>
SPPPPPT	VV
VPT	VSPT
SPPT	VPPPPV
VPPPPT	VPVPT
VT	VVT
VPPPPPT	SPPPPV
SPPPT	VPPPST
ST	SPS
VPPPPPT	SV
SPT	SPPPS
VPPPT	TS
SPPPPT	SPSPPT
SPPPPPT	TPT
VPPT	SPPST

Durante la fase de *reforzamiento temprano* se instruyó a los participantes para que cometieran el mínimo posible de errores y se les solicitó digitar una de las cuatro letras de la gramática artificial de la Figura 1 (S, P, T o V). Cuando la letra digitada era correcta, los participantes podían continuar digitando letras adicionales hasta que los participantes completaban una secuencia correcta. Cuando los participantes completaban una secuencia completa se presentaba el siguiente mensaje: “bien, haz encontrado una secuencia correcta” en el centro de la pantalla del computador. Cuando los participantes digitaban una letra incorrecta, aparecía el siguiente mensaje en el centro de la pantalla: “error, por favor intenta con otra letra”. Este último mensaje aparecía tan pronto como los participantes digitaban la letra incorrecta. La sesión de entrenamiento terminaba cuando los participantes generaban 10 secuencias diferentes que a su vez fueran gramaticalmente correctas. Cuando los participantes digitaban una secuencia de letras que ya había

sido generado por ellos mismos en la misma sesión el computador les informaba que esa secuencia era correcta pero que se requería digitar una nueva combinación de letras. Esta fase de entrenamiento mediante reforzamiento inmediato fue repetida una vez (ver Tabla 1).

Durante la fase de *reforzamiento tardío* se utilizó el mismo procedimiento descrito por Miller (1967) en el capítulo correspondiente al proyecto Grammarama, es decir, a los participantes se les solicitaba digitar una cadena de letras (P, V, S o T) pero solamente se les informaba cuando habían terminado de digitar la cadena que la secuencia era correcta o incorrecta. Cuando la secuencia era incorrecta se les mostraba el siguiente mensaje en el centro de la pantalla: “bien, haz encontrado una secuencia correcta” cuando la secuencia digitada era incorrecta se les presentaba el siguiente mensaje: “error, por favor intenta otra combinación”. Según los datos presentados por Miller (1967) esta fase de entrenamiento no permite que los participantes alcancen el criterio equivalente a la fase de reforzamiento temprano de lograr digitar 10 secuencias correctas en 10 ensayos. Por lo tanto se estableció el criterio según el cual los participantes deberían generar 28 secuencias, sin importar si estas eran correctas o incorrectas de modo que los participantes pudieran continuar con las siguientes fases del experimento. Para contrabalancear el entrenamiento, esta condición también se repitió una vez (ver Tabla 1).

Adicionalmente, para las fases de prueba acerca del conocimiento explícito, se utilizó un cuestionario de lápiz y papel que contenía preguntas de opción múltiple acerca de la estructura de la gramática artificial subyacente. Este cuestionario se presentó dos veces a los participantes en la fase 4 y 7 del experimento. El cuestionario contenía 3 preguntas de opción múltiple acerca de las regularidades. Estas preguntas fueron adaptadas de Reber (1967, p. 8). Las respuestas a estas preguntas se calificaron teniendo en cuenta los aciertos, los errores y las omisiones.

## Resultados

La Figura 2 muestra la proporción de respuestas correctas en cada fase del experimento. Nótese que cualquier barra por encima de 0,5

implica un desempeño por arriba del nivel de azar. Esta figura muestra, en primer lugar que en los dos grupos experimentales todos los participantes mostraron un desempeño por arriba del nivel de azar durante las fases de reforzamiento inmediato y que después de esta fase los participantes también mostraron siempre niveles por arriba del azar en la prueba explícita que implicaba conocimiento de algunas de las reglas subyacentes.

Obsérvese que los participantes del Grupo 2, expuestos en primer lugar al entrenamiento mediante reforzamiento tardío, utilizando el método inicialmente reportado por Miller (1967), nunca muestran un nivel de desempeño por arriba del azar en las primeras fases de entrenamiento. Otra observación importante de estos datos, es la comparación entre las barras blancas de Línea de Base y la primera prueba de discriminación. Cuando los participantes son entrenados en primer lugar mediante reforzamiento tardío, no existen diferencias notorias entre el desempeño en las pruebas de discriminación y la línea de base. Sin embargo, cuando los participantes son entrenados mediante el método de reforzamiento inmediato, los participantes empiezan a mostrar desempeños por arriba del azar y mayores a los demostrados en la línea de base.

Las respuestas a las preguntas formuladas en los cuestionarios explícitos revelan que los participantes adquirieron conocimientos acerca de las reglas subyacentes de la gramática artificial. Aquí es necesario enfatizar que los participantes mostraron desempeños sistemáticamente mejores en la descripción de las reglas que gobiernan la generación de letras por medio de la gramática artificial, después de la fase de entrenamiento mediante reforzamiento inmediato.

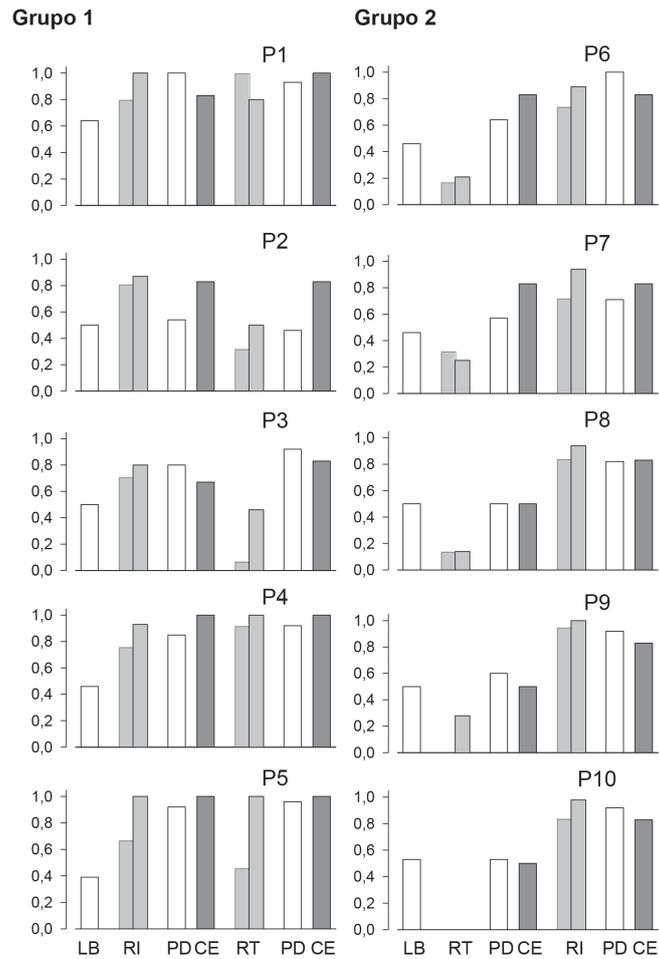
### **Discusión y Conclusiones**

Los datos de este experimento replican y extienden resultados anteriores de estudios similares que no utilizaron la misma gramática artificial reportada por Miller (Tamayo, 2003) y apoyan la hipótesis según la cual la condición de retroalimentación inmediata permite el aprendizaje de

secuencias generadas por gramáticas artificiales. Igualmente, muestran que bajo esta condición y después de un comportamiento efectivo de interacción con el ambiente basado en las consecuencias que se proveyeron, usualmente emerge una descripción acertada de la estructura gramatical subyacente. Otros autores han analizado teóricamente este fenómeno (Ribes-Iñesta, 2000) y han reportado datos similares con arreglos de igualación a la muestra de primer y segundo orden (Rodríguez Pérez, 2000), los datos del estudio presente podrían hacer contacto con esta área de investigación.

Adicionalmente, estos resultados podrían indicar que bajo este tipo de entrenamiento (retroalimentación inmediata) y bajo los presentes parámetros de complejidad determinados por la gramática artificial aquí utilizada, no se presenta una disociación entre la conducta de discriminar instancias gramaticales y la conducta de describir la estructura subyacente que las determina. Por lo tanto, en futuros experimentos se debe considerar que, por lo menos bajo los parámetros aquí estudiados, la disociación no se presentará. Además se puede considerar que las presentes condiciones son suficientes para generar una descripción adecuada de las contingencias entre estímulos.

Los resultados de estos experimentos muestran que en los estudios de Miller (1967) del proyecto Grammarama, no se manipularon correctamente las consecuencias y que esta pudo ser la razón principal para suponer erróneamente que la retroalimentación y el reforzamiento, no tienen un efecto directo sobre el aprendizaje de patrones de gramática artificial. Adicionalmente, los resultados no muestran una disociación entre la conducta de discriminar correctamente instancias de una gramática artificial y la conducta de describirla. Estos resultados no son triviales, ya que se encuentra un efecto directo de las consecuencias sobre el aprendizaje y un efecto emergente adicional sobre la habilidad de detectar explícitamente las regularidades ambientales determinadas por la gramática artificial.



**Figura 2.** Para cada participante se presenta la proporción de respuestas correctas en cada fase del experimento: Línea de Base “LB” y Prueba de Discriminación “PD” (blanco), Reforzamiento Inmediato “RI” y Reforzamiento Tardío “RT” (gris claro), Cuestionario Explícito “CE” (gris oscuro).

Esta evidencia sustenta la hipótesis según la cual el comportamiento de describir correctamente las contingencias, es una consecuencia a posteriori del comportamiento efectivo de interacción con un ambiente complejo y no su causa (Ribes-Iñesta, 2000) y abre la posibilidad de estudiar las interacciones entre descripciones y consecuencias con otros arreglos diferentes a la *igualación a la muestra* que permiten manipular las propiedades secuenciales del comportamiento.

Los datos de este estudio implican que la retroalimentación es una condición suficiente para obtener en el laboratorio efectos de composición sintáctica o gramatical, sirven como un punto de referencia para establecer comparaciones con futuros experimentos en los que se puedan observar los efectos de manipular otros factores, como la contribución de los procesos pavlovianos (p. ej. Boelens, 1990) y la de los procesos de moldeamiento de las descripciones adecuadas de la estructura gramatical (Catania, Shimoff y Matthews, 1989), en las conductas de generar nuevos patrones que mantienen una misma estructura. Estos dos procesos son igualmente susceptibles de ser estudiados con la metodología de las gramáticas artificiales exploradas.

Estos resultados pudieron anticiparse gracias a observaciones sobre el papel que desempeñan las consecuencias del comportamiento en lenguajes miniatura y en observaciones acerca del papel que juegan las consecuencias de la conducta en situaciones de aprendizaje de un lenguaje natural (Demetras et al., 1986; H. Goldstein y Wetherby, 1984; Howard Goldstein, 1983; Moerk, 1980; 1983; 1990).

### Referencias

- Boelens, H. (1990). Emergent simple discrimination in children: role of contiguity. *Behavioural Processes*, 22(1-2), 13–21. [http://doi.org/10.1016/0376-6357\(90\)90003-X](http://doi.org/10.1016/0376-6357(90)90003-X)
- Catania, A. C., Shimoff, E. y Matthews, B. A. (1989). An experimental analysis of rule-governed behavior. En: S. C. Hayes (Ed.) *Rule-governed behavior: Cognition, contingencies, and instructional control*. New York: Plenum.

- Demetras, M. J., Post, K. N., y Snow, C. E. (1986). Feedback to first language learners: the role of repetitions and clarification questions. *Journal of Child Language*, 13(02), 275-292. <http://doi.org/10.1017/S0305000900008059>
- Goldstein, H. (1983). Recombinative generalization: Relationships between environmental conditions and the linguistic repertoires of language learners. *Analysis and Intervention in Developmental Disabilities*, 3(4), 279–293. [http://doi.org/10.1016/0270-4684\(83\)90002-2](http://doi.org/10.1016/0270-4684(83)90002-2)
- Goldstein, H., y Wetherby, B. (1984). Application of a functional perspective on receptive language development to early intervention. *Remedial and Special Education*, 5(2), 48-58. <http://doi.org/10.1177/074193258400500209>
- Hirsh-Pasek, K., Treiman, R., y Schneiderman, M. (1984). Brown y Hanlon revisited: mothers' sensitivity to ungrammatical forms. *Journal of Child Language*, 11(01), 81-88. <http://doi.org/10.1017/S0305000900005596>
- Mathews, R. C., y Cochran, B. P. (1998). Project Grammmarama revisited: Generativity of implicitly acquired knowledge. En: M. Stadler y P. Frensch (Eds.), *Handbook of implicit learning* (pp. 223-259). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Mathews, R. C., Roussel, L. G., Cochran, B. P., Cook, A. E., y Dunaway, D. L. (2000). The role of implicit learning in the acquisition of generative knowledge. *Cognitive Systems Research*, 1(3), 161–174. [http://doi.org/10.1016/S1389-0417\(00\)00007-3](http://doi.org/10.1016/S1389-0417(00)00007-3)
- Miller, G. (1967). *The psychology of communication: seven essays*. Oxford, England: Basic Books.
- Moerk, E. L. (1980). Relationships between parental input frequencies and children's language acquisition: a reanalysis of Brown's data. *Journal of Child Language*, 7(01). <http://doi.org/10.1017/S0305000900007054>
- Moerk, E. L. (1983). A behavioral analysis of controversial topics in first language acquisition: Reinforcements, corrections, modeling, input frequencies, and the three-term contingency pattern. *Journal of Psycholinguistic Research*, 12(2), 129–155. <http://doi.org/10.1007/BF01067408>
- Moerk, E. L. (1990). Three-term contingency patterns in mother–child verbal interactions during first-language acquisition. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 54(3), 293–305. <http://doi.org/10.1901/jeab.1990.54-293>.
- Reber, A. (1967). Implicit learning of artificial grammars. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 6(6), 855–863. [http://doi.org/10.1016/S0022-5371\(67\)80149-X](http://doi.org/10.1016/S0022-5371(67)80149-X)

- Reber, A. (1976). Implicit learning of synthetic language. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning y Memory*, 2, 88–94.
- Reber, A. (1977). Implicit learning: An analysis of the form and structure of a body of tacit knowledge. *Cognition*, 5(4), 333–361. [http://doi.org/10.1016/0010-0277\(77\)90020-8](http://doi.org/10.1016/0010-0277(77)90020-8)
- Reber, A. S., y Allen, R. (1978). Analogic and abstraction strategies in synthetic grammar learning: A functionalist interpretation. *Cognition*, 6(3), 189–221. [http://doi.org/10.1016/0010-0277\(78\)90013-6](http://doi.org/10.1016/0010-0277(78)90013-6)
- Ribes-Iñesta, E. (2000). Instructions, rules, and abstraction: a misconstrued relation. *Behavior and Philosophy*, 28(1/2), 41–55. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/27759403>
- Rodríguez Pérez, M. E. (2000). Efecto del entrenamiento de la correspondencia decir-hacer, decir-describir y hacer-describir sobre la adquisición, generalidad y mantenimiento de una tarea de discriminación condicional en humanos. *Acta Comportamentalia*, 8, 41-75.
- Stadler, M. A., y Frensch, P. A. (Eds.). (1998). *Handbook of implicit learning* (Vol. xi). Thousand Oaks, CA, US: Sage Publications, Inc.
- Tamayo, R. (2003). Efectos del reforzamiento sobre el aprendizaje de secuencias generadas por una gramática artificial del estado finito. *Suma Psicológica*, 10(2), 211–222.
- Tamayo, R., y Frensch, P. A. (2007). Interference produces different forgetting rates for implicit and explicit knowledge. *Experimental Psychology*, 54(4), 304–310. <http://doi.org/10.1027/1618-3169.54.4.304>
- Tamayo, R., y Frensch, P. A. (2015). Temporal stability of implicit sequence knowledge: implications for single-system models of memory. *Experimental Psychology*, 1–14. <http://doi.org/10.1027/1618-3169/a000293>
- Tonneau, F., y Tamayo, R. (2001). Una nota sobre psicología cognoscitiva y realismo científico. *Acta Comportamentalia: Revista Latina de Análisis del Comportamiento*, 9(3), 49–65.

Anexo 1

Cuestionario Explícito utilizado en el experimento, contiene las mismas preguntas utilizadas por Reber, (1969).

Por favor responde las siguientes preguntas marcando con una “X” las opciones que consideres correctas.

¿Con cuál letra o letras puede empezar una secuencia?

P  
T  
V  
S

¿Con cuál letra o letras puede terminar una secuencia?

P  
T  
V  
S

3. ¿Cuál letra o letras puede ser repetida consecutivamente tres, dos o más veces?

P  
T  
V  
S



## VII

# Diferencialidad entre objetos de estímulo y las funciones de respuesta en un programa para aprender a leer

*Julio Varela*

Universidad de Guadalajara

*Américo Ríos*

Universidad Nacional Autónoma de México

### **Resumen**

Con base en los conceptos de *diferencia apenas perceptible* y *saliencia del estímulo* y con respaldo en la Teoría Interconductual, se desarrolló un programa para la enseñanza de la lectura en el que un análisis detallado de las letras que conforman el alfabeto se identificaron los accidentes de varias letras como son cambios de pronunciación, escritura repetida omisión y adición fonética. A partir de esto, se han considerado los tres tipos de interacción funcional (contextual, suplementaria o selectora) que demandan esas letras con lo que se han identificado algunos de los elementos intervinientes en los problemas del aprendizaje de la lectura. Se describe cada caso y se le ubica en términos de su complejidad. Para verificar nuestros supuestos, hicimos una evaluación de lectura de pala-

bras, en dos escuelas básicas. Los resultados aunque en general respaldan nuestro planteamiento, indican que existen casos en los que no hay correspondencia.

*Palabras clave:* aprendizaje de lectura, interacciones funcionales, accidentes prosódicos, educación básica, interconductismo.

### **Abstract**

Based on the 'just noticeable difference' and the 'salience stimulus' concepts, viewed from an Interbehavioral Theory, a teaching program for reading was developed. Speech phonetic accidents such as changing, omitting, or adding were identified. The functional interaction involved in such accidents was analyzed. Three types of functional interaction were found: Contextual, supplementary, and selector; each of these can be related with some frequent reading-problems; hence, we described each case specifying its relative complexity. In order to verify our assumptions, a word-reading-task was used in elementary schools. In general, results supported our theses; however there is not complete correspondence.

*Keywords:* reading learning, functional interactions, phonetic accidents, elementary school, interbehaviorism.

El procedimiento para la discriminación sin errores (Terrace, 1963/1964) fue un gran aliciente en la búsqueda de lograr una discriminación perfecta, esto es sin cometer errores durante su entrenamiento. Aunque el procedimiento fue contra-argumentado, deja a luz dos conceptos básicos involucrados en aras de la formación de nuevas funciones de respuesta: *diferencia apenas perceptible* (Fechner, 1887, en Manning y Rosenstock, 1968/1971) y *saliencia de estímulo* (Kamin, 1969). El primero se refiere a resaltar la posibilidad para hacer la distinción entre dos objetos de estímulo. El segundo lleva a considerar la preeminencia de ciertas respuestas ante la presentación de diferentes objetos de estímulo. Lo que sabemos es que a menor diferencia perceptible es menor

la posibilidad de discriminación y, por otro lado, que existen objetos de estímulo cuya saliencia induce una respuesta específica ante su presencia.

A partir de lo anterior, pretender la discriminación entre objetos de estímulo tales como el sonido de las letras *t* y la *p* o bien, la diferencia visual entre la *m* y la *n*, va en contra de una discriminación fácil dado que los objetos poseen características morfológicas acústicas o visuales similares. Si en un programa para aprender a leer, lo que se pretende es que el alumno haga la diferenciación entre dos objetos de estímulo, en consecuencia es recomendable que los mismos sean altamente diferenciables para que sus propiedades morfológicas no propicien respuestas incorrectas.

Si bien la literatura experimental en el área operante hace énfasis en las propiedades de los objetos de estímulo, tales como son el tamaño, color, textura, rotación, entre otras, debe notarse que dentro de la perspectiva interconductual se concibe como objeto de estudio la interacción del individuo con los objetos de estímulo y dichas propiedades de los objetos de estímulo deben considerarse pertinentemente. Por tanto, debemos considerar las propiedades de ambos elementos de la interacción, no sólo las de los objetos de estímulo sino también las de la respuesta. Así, podemos identificar similitud en interacciones auditivas y visuales con objetos de estímulo acústicos y fóticos. Entre los sonidos de las palabras no es raro que una persona confunda las palabras ‘frasco’ y ‘trasto’, o bien, ‘boca’ y ‘rota’. Cuando tales palabras forman parte de una frase en una conversación, puede resultar sencilla su distinción pues forman parte del contexto en que se emplean (Varela, 1999), pero esto puede ser distinto en la enseñanza de un lenguaje que generalmente se enseña mediante vocablos aislados, tal como se procede en la enseñanza de la lectura. De igual forma, visualmente la palabra ‘tapa’ puede confundirse con la palabra ‘pata’, o la palabra ‘rana’ con la palabra ‘rama’.

La consideración de este rasgo de similitud sea auditiva o visual, fue un elemento que sirvió para especificar la secuencia de un programa que hemos denominado *Kantor*, mediante la cual pueden enseñarse las letras del alfabeto (Varela 2008). Se consideran tres tipos de similitud, implicados en la interacción.

1. Morfológico-visual. La forma de la *m* es muy similar a la letra *n*.
2. Acústico-auditivo. El sonido de la *p* es muy similar al de la letra *t*.
3. Articulatoria. Este tipo de similitud se considera en la pronunciación de las letras. Un caso de similitud ocurre con la letra *l* (*ele*) y *n* (*ene*) que aunque no comparten morfologías similares, se pronuncian mediante movimientos palatino-linguales comunes.

En atención a los fenómenos de la *diferencia apenas perceptible* y de la *saliencia perceptual*, la secuencia de enseñanza de las letras, cuida que la siguiente letra a aprender no tenga ningún tipo de similitud con la anterior.

En una nueva edición del programa para el aprendizaje de la lectura (Varela, Ríos-Checa y Gómez Llanos, 2013) se añadieron dos elementos para integrar la secuencia de las letras. El primero de éstos toma como punto de referencia la frecuencia con la que aparecen las palabras, sílabas y letras en los libros oficiales vigentes de primer grado de primaria. Esta información se extrajo del LEXIM-12 (Varela y Matute, 2014). El último elemento que da base sustancial a la nueva secuencia de letras es el análisis del tipo de complejidad que la interacción demanda ante el aprendizaje de cada letra. Como lo señalan Varela y Ríos-Checa (2013), el español parece no ser un idioma tan transparente como generalmente se afirma pues existen 15 casos que se detallan en este trabajo<sup>1</sup>. Una lengua es transparente cuando la relación entre el grafo y el sonido se corresponden generalmente o de manera única a un solo sonido (a, e, i, o, u, en castellano) y es opaco cuando una letra (ortografía) y su deletreo o sonido no se corresponden como se muestra en las palabras ‘colonel’ (kornel), ‘game’ y ‘apple’. Uno de los primeros estudios fue el de Oney y Goldman (1984) quienes compararon el lenguaje turco con el inglés, encontrando evidencia clara de la transparencia y opacidad, respectivamente. El análisis de cada caso nos lleva a proponer que el aprendizaje de la lectura debe tener cuidado para la enseñanza de dichos accidentes, pues su omisión puede ser fuente de los múltiples

---

1. Una primer versión se ofrece en Varela, Ríos-Checa y Gómez-Llanos (2013)

problemas que se encuentran en la educación primaria en relación a la lectura y que posteriormente, junto con la acentuación (Mesanza, 1990; González, Varela, Lara y Zambrano, 2013), se inscriben como los principales errores ortográficos.

### **Análisis de los accidentes en el sonido de letras**

Los 15 casos específicos atendiendo a su complejidad interactiva, se detallan en términos de la letra analizada (objeto de estímulo, OE) y la función de respuesta (fR). Kantor (Kantor y Smith, 1975) diferencia entre el estímulo y el OE. El primero es cualquier cosa que existe y el segundo es aquel estímulo que interactúa con un organismo. Una vez que dicho OE interactúa con el organismo, éste desarrolla una función de respuesta (Rf) específica con dicho OE. Desde este punto de vista, a cada OE corresponde una fR. En el caso de la lectura, como en muchos otros, en algunas letras (OE) se requieren dos funciones de respuesta diferentes.

*Correspondencia fE-fR permanente.* Al ser el castellano una lengua clasificada como transparente, se esperaría que a cada letra (grafo) le correspondiera siempre un mismo sonido, en otros términos, la interacción entre la función de respuesta y la función del estímulo siempre debería ser la misma. Esto lo ilustramos en la figura 1 con el caso de la ñ aunque puede hacerse lo mismo con las letras: a, e, i, o, u, b, d, f, j, k, m, n, p, q, s, t, v, z. Pero hay que aclarar que en los casos de las letras b, j, k, q, s, v, z, su inicial sencillez se complica cuando se enseñan las letras que pueden tener esos mismos sonidos (b-v, j-g, k-q, s-z) y es cuando el idioma no es tan transparente como parece.



**Figura 1.** Letras transparentes: siempre suenan de la misma forma independientemente de la ubicación en que se encuentren.

Dada esta constancia de relación entre la fE del OE y la fR podemos suponer que implica una interacción contextual, esto es, una interacción en la que la respuesta es afectiva y no modifica el OE, y por tanto lo más recomendable es que el programa de lectura inicie con el aprendizaje de esta relación sistemática entre las letras señaladas. Una vez concluida esa parte, debe atenderse a los siguientes accidentes que incluyen siete casos más de interacciones que son contextuales o contienen centralmente una interacción de este tipo, una suplementaria<sup>2</sup> y siete que son selectoras<sup>3</sup> o incluyen centralmente este tipo de interacción.

1. *Objetos de estímulo diferentes-homogéneos con igualdad fonética.* Este caso está representado por las letras *b* y *v* mismas que pueden considerarse como letras transparentes. En esta interacción contextual es obvio que entre ambas letras, a partir de su morfología hay diferencias visuales notables pero tienen el mismo sonido lo cual, en otros términos implica una discriminación morfológica (diferentes fR1, fR2) aunada a una generalización fonética (misma fR1-2). El diagrama se presenta en la figura 2.

---

2. Una interacción suplementaria es aquella en la que la respuesta ante el OE suplementa (agrega) algo a la situación estímulo.

3. En este caso la respuesta está en función de las relaciones con los OE que son cambiantes.

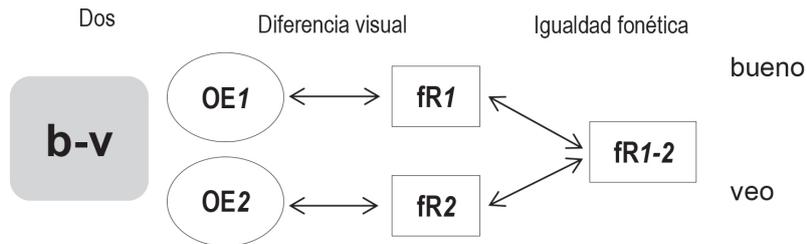


Figura 2. Letras diferentes-homogéneas con igual sonido.

2. *Objetos de estímulo diferentes-heterogéneos con igualdad fonética.* En el caso anterior, ambas letras *b* y *v* son transparentes pero en este caso no es así pues tanto la *ll* –que es una repetición de la *l*– suena de la misma forma sin importar la ubicación que tenga en el vocablo (*llorar, halla, arrullaron*) pero la letra *y* suena de la misma forma siempre y cuando esté acompañada de otra letra (*yaqui, ayer, haya, etc.*) con la excepción que se detalla en el caso 10. Como puede verse, ambas letras (OE) no son transparentes además que la interacción resultante con la *ll* es contextual pero con la *y* es de tipo selector.

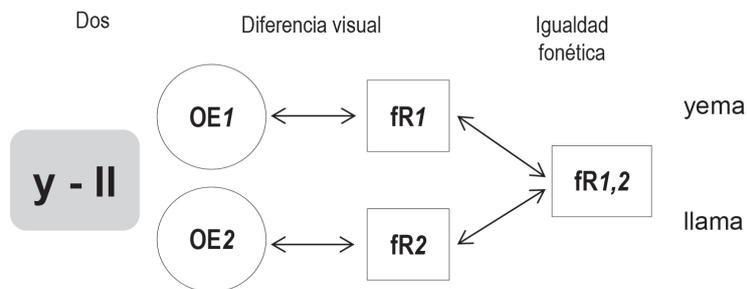


Figura 3. Letras diferentes-heterogéneas con igual sonido.



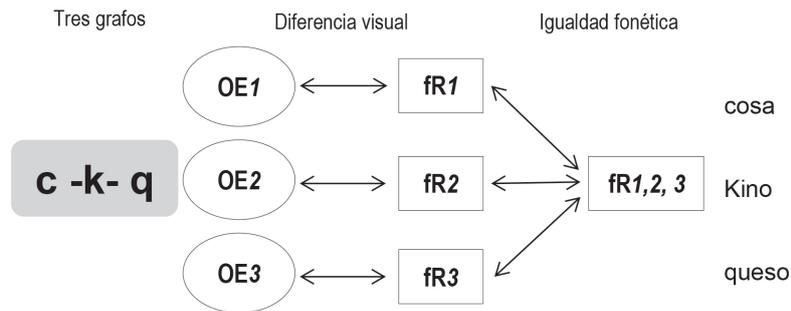
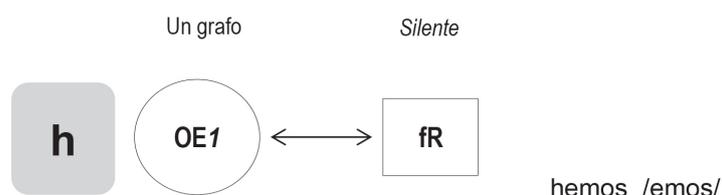


Figura 5. Objetos de estímulo heterogéneos con igualdad fonética.

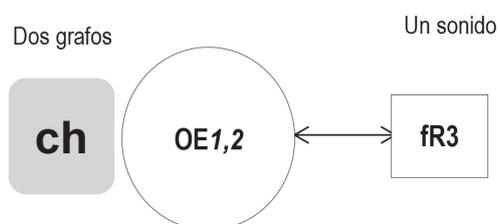
Como se puede apreciar, la interacción inicialmente sencilla con estas tres letras, en realidad llega a ser muy compleja dado que se trata de tres tipos de interacciones diferentes. La interacción con la *k* es constante, con la *q* es constante con omisión y con la *c* es cambiante.

5. *Objeto de estímulo omitido*. Este interesante caso, ilustrado en la figura 6, contraviene flagrantemente el principio de que a cada grafo le corresponde un sonido. La *h*, pesadilla de muchos escritores, es *muda* pero si se le omite, constituye una notable cacografía (llegaron ace dos horas). En términos de la interacción resultante podemos ubicarla en el nivel contextual también por omisión, pero sólo en caso de que no le anteceda la multifacética *c* por lo que podría considerarse posiblemente como un caso de función selectora pero esto depende de la secuencia en que se enseñe dicha letra. Lo más común es que primero se aprenda la *h muda* y después se proceda con la *ch*.



**Figura 6.** Objeto de estímulo gráfico omitido oralmente (entre guiones inclinados se anota un símil de su pronunciación).

6. *Objeto de estímulo compuesto con función de respuesta simple.* El caso de la agrupación de las letras *c,h*, aunque morfológicamente más complejo que el inmediato anterior, cuando ocurre siempre forma parte de una interacción contextual, con sonido permanente pero contraviene la característica del lenguaje *transparente* pues existen dos grafos y corresponden a un sólo sonido. La figura 7 ilustra su representación aludiendo a la existencia de dos objetos de estímulo (OE1, OE2) y con una sola función de respuesta (fR3) que no se compone del sonido de la *c*, y si la *h* deja de ser muda o modifica el sonido de la *c*, es un tema ajeno a la psicología pues corresponde a la lingüística y a la filología.



**Figura 7.** Objeto de estímulo compuesto con respuesta simple.

7. *Objeto de estímulo compuesto por dos objetos iguales pero con diferente sonido (cc).* Ponga atención a la *dicción* de las palabras que en

esta oración se *hallan* con itálicas. En el caso de *hallan*, la repetición de la misma letra cambia el sonido de la letra singular *l* pero en el caso de *dicción* cada letra repetida suena de manera distinta. ¿O acaso no decimos: “dicsión”? Este otro caso particular es diferente a los anteriores aunque, con la práctica lectora, llega a ser una interacción de tipo contextual.

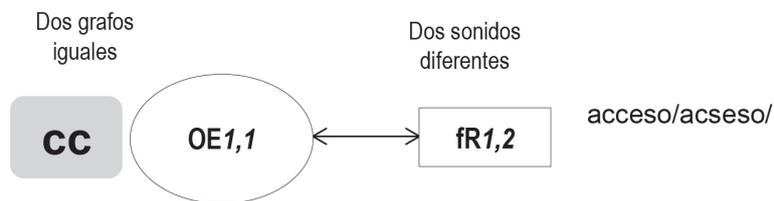
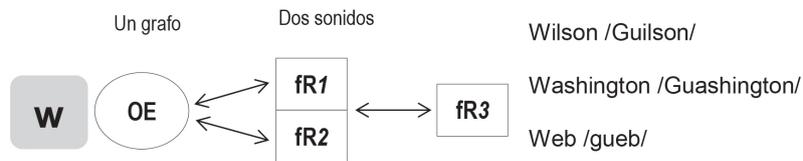


Figura 8. Objeto de estímulo compuesto por repetición pero con funciones de respuesta diferentes.

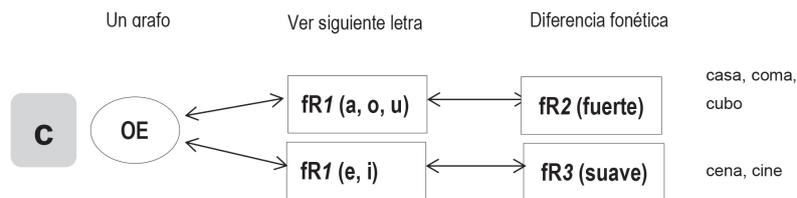
8. *Objeto de estímulo único con dos sonidos.* El caso de la letra *w* es el inverso de este caso pues a la letra *w*, generalmente hay que agregarle el sonido *u*, lo cual además tampoco corresponde a una lengua transparente. Aunque puede pensarse que el caso es poco frecuente, es necesario contemplarlo por dos razones. La primera es que está registrada como una letra en la lengua castellana y en segundo lugar porque los nombres de personas (Wendy, Willy, Wally, -Irwin y Erwin pueden pronunciarse en inglés como /Irguin/, /Erguin/ o en alemán como /Irvin/, /Ervin/ con lo cual no formarían parte de este caso) y dado el fenómeno llamado de globalización (web, forward, swipe, wasap) los vocablos extranjeros que contienen dicha letra cada vez están siendo más frecuentes. Éste es un caso interesante pues ante un solo OE gráfico *w*, el lector debe agregar (suplementar) el sonido *u*. Al parecer éste tipo de interacción lectora es único en el castellano. Sin embargo hay otros vocablos en los que la “w” no va seguida de vocal como en los ejemplos dados y entonces su sonido es /u/. Por ejemplo: Andrew, Newton, bungalow, Corel Draw, entre otros. De manera que en el primer caso, se trata de

una interacción suplementaria, y en el segundo, de una interacción contextual. Si esto es correcto, entonces la interacción ante la *w* es selectora. La figura 9 esquematiza el diagrama de la interacción.



**Figura 9.** Objeto de estímulo único con dos sonidos diferentes.

9. *Función de objeto de estímulo condicional al objeto de estímulo que le sigue (c).* Llegamos a la sección más compleja de la lectura en castellano que incluye casos de interacción selectora que en términos generales, demanda una función de respuesta dependiendo del objeto de estímulo que le sigue o antecede. En este primer caso se trata del objeto de estímulo que le sigue. El primer objeto de estímulo (la letra *c*) se pronunciará de una forma fuerte cuando sea seguido de las vocales *a, o, u* pero de forma suave cuando le sigan las vocales *e, i*. Indudablemente esto constituye un ejemplo de función selectora, más complejo que todos los anteriores. Entre otros aspectos, ésta es una de las grandes dificultades en el aprendizaje de la lectura. La interacción puede diagramarse como se ilustra en la figura 10.



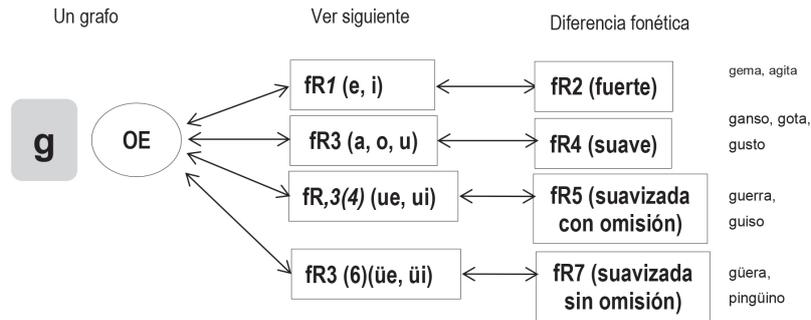
**Figura10.** Función de objeto de estímulo condicional al objeto de estímulo que le sigue.

10. *Objeto de estímulo de sonido cambiante ante la ausencia o presencia de otro objeto de estímulo.* A diferencia del caso anterior, el sonido de la letra *y* es condicional ante la ausencia o presencia de otra letra pero en esta circunstancia, también depende de si es la última letra de un vocablo como ocurre en las palabras: *carey*, *caray*, *estoy*, *muy*, etcétera. La condicionalidad fonética alude a una interacción selectora en todos los casos. La figura 11 detalla la interacción ante esta letra.



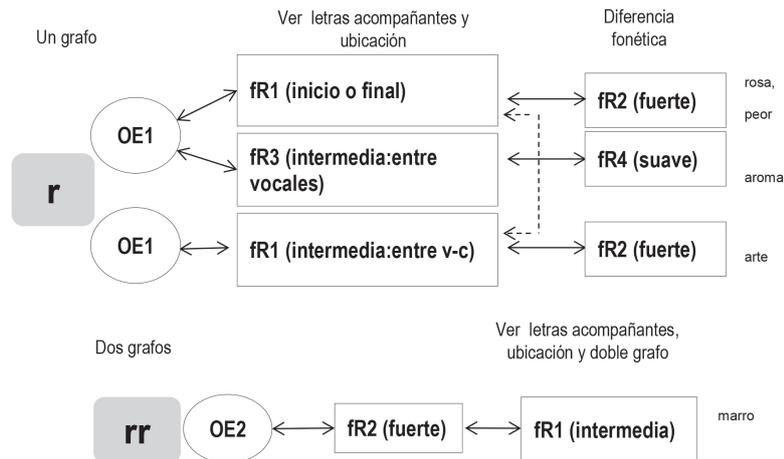
**Figura 11.** Objeto de estímulo condicional a su ocurrencia única o acompañada y a su ubicación en el vocablo.

11. *Objeto de estímulo de condicionalidad múltiple.* La letra *g* es uno de los casos con más condicionalidades fonéticas pues incluye: (a) sonido suave ante la presencia posterior de las vocales *a*, *o*, *u*; (b) sonido fuerte en compañía de las vocales *i*, *e*; (c) sonido suavizado y omisión de una letra ante la compañía de dos vocales *ue*, *ui*; y (d) sonido suavizado sin omisión de la vocal *u* cuando tiene diéresis, *üe*, *üi*. Estas condicionalidades se representan en la figura 12. Como puede considerarse, en este caso, también se trata de una función selectora.



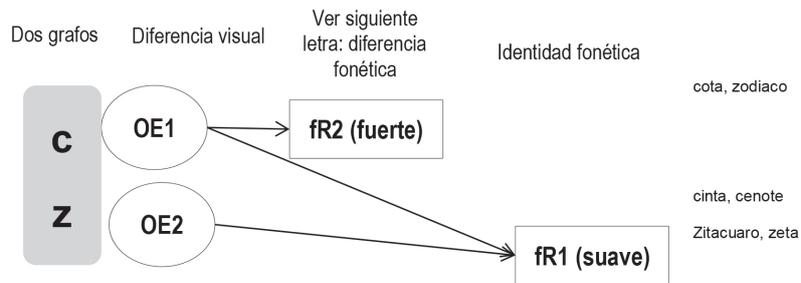
**Figura 12.** Objeto de estímulo de condicionalidad múltiple.

12. *Objeto de estímulo cuyo sonido es condicional a la ubicación, presencia de otras letras o repetición.* En castellano la letra *r* es otro grafo cuya pronunciación es condicional a cuatro circunstancias por lo que, una vez que se procede con cualquiera de sus accidentes, en todos los casos implica una interacción selectora y cuyas circunstancias son: (a) sonido fuerte cuando es la primera o la última letra del vocablo; (b) sonido fuerte cuando es intermedia y va antes de la combinación vocal-consonante; (c) sonido suave cuando es intermedia y va en medio de dos vocales; y (d) sonido fuerte cuando va entre vocales pero se duplica. La figura 13 contiene la representación de todos los accidentes de esta letra haciendo la separación del último caso pues a diferencia de los tres primeros, el objeto de estímulo está formado por dos grafos.



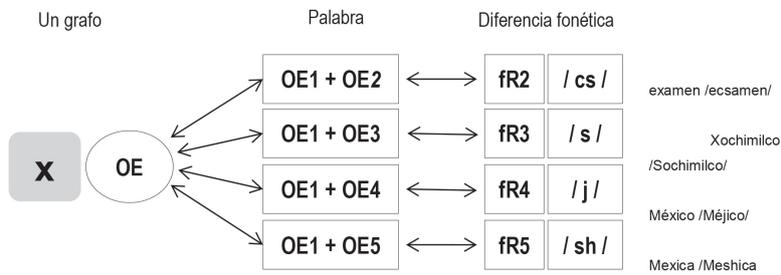
**Figura 13.** Objeto de estímulo con sonido condicional a la ubicación, compañía de otras letras y repetición.

13. *Objeto de estímulo con sonido permanente.* Cuando en la enseñanza se llegan a acumular las letras *c*, *z*, aún cuando la última tiene sonido constante y por tanto es una letra transparente, se requiere de una fina diferenciación en los casos en que la *c* se acompaña de las vocales *e*, *i* y esto si bien no representa un problema de lectura, sí lo implica en la escritura. Este caso es interesante porque por un lado se alude a una interacción contextual con la letra *z* pero que se complica con la interacción selectora de la letra *c*. El diagrama de la figura 14 se muestra este caso.



**Figura 14.** Objeto con sonido permanente en conflicto con otra letra de igual sonido y morfología diferente.

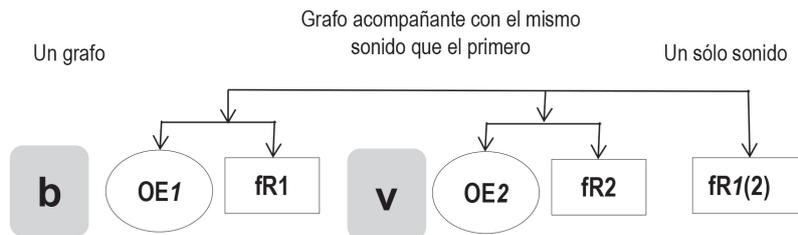
14. *Objeto de estímulo cuyo sonido es condicional al vocablo completo.* El caso más irregular es el de la letra *x* pues su sonido depende totalmente del vocablo en que se encuentra y esto es debido a la convencionalidad adoptada en México, por esto consideramos que se trata también de una interacción selectora. La figura 15 especifica los cuatro casos detectados.



**Figura 15.** Objeto de estímulo cuya pronunciación es dependiente del vocablo específico.

15. *Objetos de estímulo sucesivos con igual sonido y omisión.* La interacción con las letras *b* y *v* (obvio, subversivo, obvención), como ya se comentó, es de tipo contextual al ser letras con sonido permanente.

Pero en el caso de la *c*, ésta implica interacciones de tipo selector sólo que en el caso de la agrupación *sc*, dicha combinación siempre ocurre cuando esa letra es seguida de *e, i* (escenario, asceta, omnisciente). Hemos dejado este caso al último pues en los programas de lectura por lo general se omite su enseñanza ya que aparentemente se espera que el alumno deduzca por sí solo su empleo. Lo interesante es que aunque en otros países hay diferencias fonéticas entre las letras implicadas en estas agrupaciones (*vb, sc*) en México no se hace diferencia y su pronunciación consiste de un solo sonido. Si la letra que se omite en cada agrupación es la primera o la segunda, es un asunto propio de la lingüística y filología. La figura 16 propone el diagrama respectivo para el caso del grupo *bv* puesto que ambos son iguales.



**Figura 16.** Agrupación de objetos de estímulo con igual sonido y omisión de uno de ellos.

#### *Una observación diagnóstica*

Con el objeto de verificar que la existencia de accidentes lleva a muchos problemas de lectura, seleccionamos 48 palabras de los libros de texto de primer grado y del inventario de Alva Canto y Hernández Padilla (2001). Dichas palabras cumplieran con los requisitos de tener de una a tres sílabas (excepto las palabras ‘calabaza’, ‘gelatina’ y ‘mexicana’) y que incluyeran una o más letras con accidentes, controlando que un mismo accidente no se repitiera más de tres veces en la lista que se ilustra en la figura 17 y que están ordenadas alfabéticamente pero en la evaluación se presentaron en forma aleatoria.

---

alguien	cabeza	cine	equipo	gises	laguito	noche	seguidas
aretes	calabaza	color	examen	helado	lewis	payaso	tierra
baño	carro	comer	galaxias	hoja	mexicana	persona	tijeras
bosque	cartas	coyotes	gelatina	juguete	muy	rana	verde
botella	chile	doce	gestos	kilo	nieve	reloj	ximena
caballo	cinco	dulce	gimnasta	kinder	niña	sandwich	y

**Figura 17.** Lista de palabras ordenadas alfabéticamente.

Contando con la autorización por parte de las autoridades de ambas escuelas, evaluamos la lectura individual de 40 alumnos durante el último mes del año lectivo del último grado de preescolar ya que en ambas escuelas se les enseña a leer a los alumnos en ese grado. Los alumnos pertenecían a dos escuelas particulares de dos ciudades diferentes y procedimos a evaluar individualmente la forma de lectura de cada palabra. Ante la lectura de cada palabra, se hizo el registro escrito de la forma en que leía cada alumno. Cualquier error (omisión, cambio de sonido o confusión de la letra) en cada sílaba se contabilizó como tal siendo correcta sólo la pronunciación que correspondía a la letra en cuestión.

Los resultados se presentan de dos formas. En la figura 18 se muestran los porcentajes de la lectura correcta de sílabas sin y con accidentes para cada escuela. Como se aprecia, en ambas instituciones es mejor la lectura de sílabas sin accidentes, lo cual apoya nuestro planteamiento general aunque en ningún caso llega al 100% de aciertos y en el caso de las sílabas con accidentes es cercano al 60% para ambas escuelas, lo cual es muy bajo, considerando que estaban a finales del curso escolar. Nótese que la diferencia entre ambos grupos de sílabas es del 23% y 15% respectivamente para las dos escuelas.

En la figura 19 mostramos los resultados particulares de las letras con accidentes además de algunas sin accidente (n, s, p, m, a, e, t, d, ñ) con el objeto de tener un punto de comparación entre ambos grupos de letras.

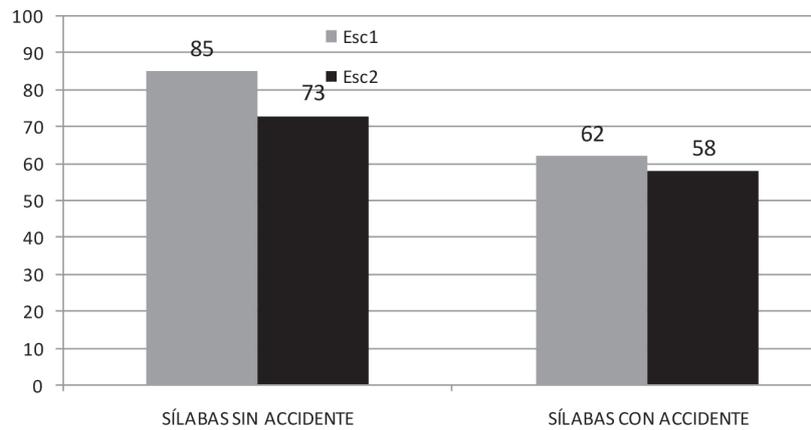


Figura 18. Porcentaje de lectura correcta de sílabas sin y con accidentes.

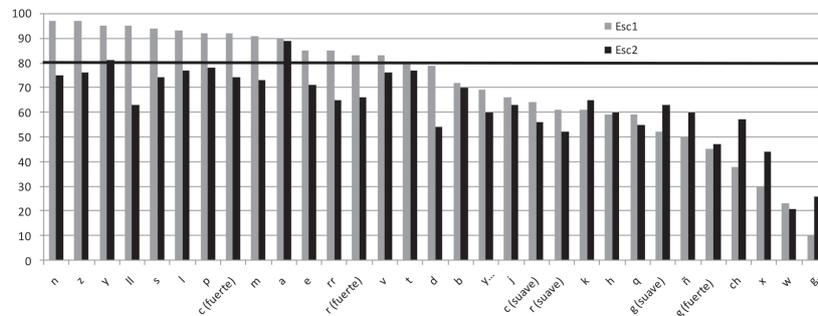


Figura 19. Porcentaje de lectura correcta de letras.

Es notable que la lectura de las letras sin accidentes *n, s, p, m, a, e, -y- t*, tiene mejores resultados a excepción de la *d* y la *ñ* ya que según reportes de las profesoras, ésta última estaba en inicio de enseñanza.

Respecto a las letras *z, l, v, d, b, j, k -y- q*, a pesar de que siempre suenan de la misma forma pueden llegar a confundirse con aquellas que tienen el mismo sonido (*b-v, z-s, k-q*) o forma semejante (*d-b, p-q*), lo cual parece ser el caso con la letra *d*, pero no así con la letra *p*. Otro aspecto que resalta es que los porcentajes de lectura de los alumnos de ambas escuelas, a partir de la letra *d* descienden gradualmente del 80% hasta llegar a menos del 30%. Resalta además que en el caso de la Escuela 2, sólo la lectura de las letras *y -y- a* tienen un porcentaje superior al 80%.

Aunque en general los resultados de la figura 19 respaldan nuestro argumento de la dificultad mayor en la lectura de letras con accidentes, surgen muchas preguntas pues no en todos los casos esto es cierto. Por ejemplo, considerando que las letras *z, y, ll, s, c* (fuerte), doble *rr, r* fuerte y *v*, ¿cómo es que tienen un porcentaje mayor al 80% de aciertos en la Escuela 1? Esto puede tener al menos dos posibilidades de explicación. La primera es que el programa de lectura que se lleva a cabo en esa escuela, brinda mejores posibilidades para el aprendizaje de las letras y esto podría ser una explicación general de los resultados obtenidos en ambas escuelas, sin embargo no se puede afirmar dado que desconocemos cuál es el método específico que se sigue en la Escuela 2. Una segunda explicación se relaciona a la función requerida. La *z, ll, s, y* siempre suenan de la misma forma, pero su relación fonética con otras letras puede llegar a ser fuente de confusión aunque la interacción siga siendo contextual. Esto debe probarse mediante otra prueba más controlada. En el caso de la doble *rr*, ocurre un caso semejante: por sí sola se podría asemejar a una interacción contextual, el problema es el doble grafo y un solo sonido. ¿Puede clasificarse realmente como una interacción selectora? Estos resultados parecen contradecir nuestra suposición inicial.

El caso de la *r* fuerte también puede deberse a que en nuestra evaluación, en tres ocasiones se presentó como letra final o inicial (*color, kínder, reloj*) y en otras tres en posición intermedia (*cartas, persona, verde*), lo cual pudo dificultar su evaluación precisa. Dado que la letra *r* puede sonar de manera suave o fuerte dependiendo de su posición y letras que la anteceden, su lectura supone una interacción selectora. ¿Por qué su lectura no es tan deficiente? Los datos nos llevan a reflexio-

nar que en este caso posiblemente hay un elemento facilitador para su pronunciación. Trate de decir en voz alta las siguientes palabras: color, kínder, reloj, cartas, persona y verde, pero pronunciando la letra *r* como si fuera suave. ¿Se puede? No, a menos que se pretenda hablar como lo hacen los niños antes de poder producir ese particular sonido de la *r* fuerte, por lo que la pronunciación sería: kínder, deloj, cadtas, pedsona y vede. Finalmente, respecto a la letra *y*, parece también ser una limitación de nuestra evaluación pues aunque se presentó en dos ocasiones en posición intermedia (coyote, payaso) y aunque se les pidió que dijeran la palabra sin pausas, en algunos casos posiblemente ante la dificultad, la pronunciación no fue muy rápida confundiendo en ocasiones si la respuesta era coyote-paiaso o coyote-payaso. Este aspecto nos obligó a registrarla como error. De cualquier manera, al igual que en el caso anterior, parece posible que la pronunciación rápida de palabras con esta letra, es un elemento facilitador para lograr la pronunciación correcta aunque también requiere de una interacción selectora dado que su pronunciación depende de su posición al formar parte de una palabra que tenga más de una letra.

### **Nota final**

Los resultados obtenidos en general apuntan a que la poca transparencia de las letras analizadas es parte no sólo de los problemas de la ortografía para escribir sino que también dificultan el nivel de lectura de muchos alumnos desde el primer grado. Según hemos observado informalmente, si tales problemas no son corregidos durante el año siguiente, eso puede constituir un indicador de bajo rendimiento a corto plazo. La eficacia menor al 70% en 9 y 11 casos respectivamente en la escuela 1 y 2 hacia el final del programa, revelan un problema que debe tenerse en cuenta para el desarrollo del programa de la enseñanza de la lectura, como el que hemos desarrollado (Varela, Ríos-Checa, y Gómez-Llanos, 2013).

Terminada nuestra exposición, falta hacer notar que la mayor parte de los programas tradicionales (si no es que todos), pretenden que el

alumno simultáneamente aprenda a identificar las letras en su forma mayúscula y minúscula. Creemos que es un error requerir a un niño de 6 años o menos para que sea capaz de interactuar de igual manera ante dos letras que suenan igual aunque sus formas sean totalmente diferentes (por ejemplo: a, A), con esto como parece quedar claro, se complica innecesariamente la enseñanza de *todas* las letras. Con esos programas, las cuatro letras *b, B, v, V*, isuenan igual! Señalar que la mayúscula sólo va en los nombres propios o al inicio de cada oración, entre muchas otras explicaciones formales que los maestros dan a sus alumnos, se basa en aspectos gramático-formales para los que el alumno no tiene bases para entenderlas en estos momentos instruccionales. Adicionalmente, en los programas tradicionales para aprender a leer no se explicitan los criterios para la secuenciación de las letras a enseñar y eso lleva a muchas dificultades de su aprendizaje. Por estas razones, creemos que es importante que los programas de la enseñanza de la lectura tengan en cuenta que el español *no* es una lengua transparente y que por tanto, requiere de procedimientos más específicos para su enseñanza.

La principal implicación para la teoría de la conducta es que debe reconsiderarse la definición de respuesta, aspecto que desde hace mucho tiempo señaló claramente Schoenfeld (1983) y no simplemente como “lo que el organismo está *haciendo* o más precisamente lo que otro organismo observa que está haciendo” (Skinner, 1938, p. 6) o como “unidad de conducta, parte de la conducta distinta y generalmente recurrente (Catania, 1968/1974, p. 453).

### Referencias

- Alva Canto, E. A. y Hernández Padilla, E. (2001). *La producción del lenguaje en niños mexicanos. Un estudio transversal de niños de cinco a doce años*. México: UNAM.
- Catania, C. A. (1968/1974). *Investigación contemporánea en conducta operante*. México: Trillas.

- González, A., Varela, J. Lara, B. y Zambrano, R. (2013) Aprendizaje y transferencia de acentuación sin gramática en universitarios. *Revista de Educación y Desarrollo*, 26, 13-20.
- Kamin L.J. (1969). Predictability, surprise, attention and conditioning. En B.A. Campbell y R.M. Church (Eds.). *Punishment and aversion behavior* (pp. 279-296). New York: Appleton.
- Manning C. A. & Rosenstock E. H. (1968/1971). *Elaboración de escalas de actitudes y psicofísica clásica*. Trad. al cast. México: Trillas.
- Mesanza, J. (1990). Palabras que peor escriben los alumnos (inventario cacográfico). Madrid: Escuela Española.
- Oney, B., & Goldman, S. (1984). Decoding and comprehension skills in Turkish and English: Effects of regularity of grapheme-phoneme correspondence. *Journal of Educational Psychology*, 76, 557-568.
- Ríos, A. y Varela, J. (2013). El español ¿es un idioma transparente? Presentado en el *IV Seminario Internacional de la Conducta y Aplicaciones*. Hermosillo, México: UNISON.
- Schoenfeld, W. N. (1983). The contemporary state of behavior theory. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 9, 55-82.
- Skinner, B. F. (1938). *The Behavior of Organisms*. Massachusetts: Copley Publishing Group.
- Terrace, H. S. (1963/1974). Transferencia sin errores de una discriminación a lo largo de dos continuos. En C. Catania (Comp.), *Investigación contemporánea en conducta operante* (pp. 209-217). Trad. al cast. México: Trillas.
- Varela J. (1999). El dictado para revisión ortográfica: ¿Cómo dijo Profe? *Educación 2001*. 45, 21-23.
- Varela, J. (2008). *Conceptos básicos del interconductismo*. México: Ediciones de la Noche.
- Varela, J., y Ríos-Checa, A. (2013). Escudriñando las implicaciones conductuales de un programa para el aprendizaje de la lectura. Presentado en *SAVECC, 20-22 noviembre*: Madrid, España.
- Varela, J. y Matute, E. (2014). *Cuando importan las palabras. LEXIM-12. Inventario del lenguaje impreso en los textos gratuitos mexicanos*. México: Universidad de Guadalajara.
- Varela, J., Ríos-Checa, A. y Gómez-Llanos, J. (2013). *Aprender a leer: Programa Kantor para niños de edad escolar (primera edición)*. Guadalajara: Ediciones de la Noche.



## VIII

# Aprendizaje de contenidos científicos: efecto de la modalidad del objeto referente

*Juan José Irigoyen, Karla Fabiola Acuña y Miriam Yerith Jiménez*  
Seminario Interactum de Análisis del Comportamiento  
Universidad De Sonora

### **Resumen**

Con el propósito de delimitar las circunstancias funcionales en las que el desempeño de los estudiantes frente a un material de divulgación científica se torna más efectivo, se llevó a cabo un estudio para evaluar el efecto de las variaciones en la modalidad del objeto referente, la modalidad lingüística involucrada y el tipo de tarea en categorías procedimentales en estudiantes universitarios. Los resultados muestran que la modalidad del objeto referente que tuvo efectos señaladamente más positivos fue el texto ilustrado con video, tanto para el modo lingüístico escribir como para tareas que implican relacionar el concepto con el ejemplo y elaborar un ejemplo de un arreglo procedimental. Se reflexiona sobre la inclusión de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el aula, y la necesidad de planear y diseñar las formas de mediar del profesor y de presentar los objetos referentes y/o materiales de estudio; se tiene una concepción de que su inclusión en sí misma tiene un efecto automáticamente positivo en el desempeño del estudiantes, lo cual no necesariamente es así. Una tecnología educativa

sólo puede ser derivada de una propuesta que permita identificar las variables críticas en el aprendizaje entendido como desarrollo competencial.

*Palabras clave:* aprendizaje, contenidos científicos, criterio de tarea, nivel funcional, modo lingüístico.

### **Abstract**

To mark off the functional circumstances in which academic performance of college students with the display of any scientific content becomes more effective, this study tries to evaluate the effect of variations in object referent modality, the linguistic modality involved and the type of task in procedural categories in higher education students. Results show that the referent object modality had more notably positive effects in illustrated text with video, for both the writing language mode as for the tasks involving relating the concept with the example, and elaborating an example of a procedural arrangement. Some considerations have been made regarding the inclusion of Technologies of Information and Communication in the classroom, and the need to plan and design forms of teacher's mediation and present referent objects and/or study materials; there is a conception that the inclusion of these has an automatic positive effect on the performance of the students, which is not necessarily so. An educational technology can only be derived from a proposal which allows identifying the critical variables in learning known as skill development.

*Keywords:* learning, scientific content, task criteria, functional level, linguistic mode.

En la formación universitaria es imprescindible que los noveles estudiantes dispongan de habilidades y competencias en áreas clave como lectura, escritura, matemáticas y ciencias, así como de aprender a lo largo de la vida. Sin embargo, según reportes del Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (Planea, 2015), una gran parte de los estudiantes mexicanos no comprenden lo que leen (64% de los estu-

diantes de media superior), no pueden redactar un texto con coherencia, ni tampoco cuentan con las habilidades de abstracción necesarias para establecer contacto con lenguajes científicos y/o formales.

Por ello, consideramos que los procesos de formación de los niveles estudiantes de las distintas disciplinas científicas (y tecnológicas) deberán modificarse tanto en concepción como en instrumentación, si se desea que se superen los desafíos de la competitividad global en el siglo XXI.

Para autores como Coll (2007) y Zabala y Arnau (2007) el enfoque por competencias surge como una búsqueda por mejorar los indicadores de calidad de la educación; a tal grado que se le considera como una propuesta para el cambio de las instituciones escolares en la sociedad del conocimiento, así como medio para lograr una formación integral, con equidad y para toda la vida.

Para García-Méndez y Vargas (2008) la sociedad del conocimiento y la globalización ubican a las competencias en un plano diferente que parte del aprendizaje permanente en una sociedad de aprendizaje, en donde la relevancia está en el qué se aprende, el cómo se aprende y las circunstancias bajo las cuales se da dicho aprendizaje.

La pertinencia de la planeación por competencias en el ámbito educativo, sólo es posible siempre y cuando el significado de un término como el de competencia, se vincule lógicamente con las categorías de una teoría científica acerca del comportamiento, que permita tener un sentido unívoco -como concepto técnico- y su ubicación -como categoría abstracta- dentro de una teoría del desarrollo psicológico y como dimensión psicológica en la educación (Ribes, 2011).

Si esto es así, el término *competencia* se vuelve un concepto técnico de enlace o de interfase entre una teoría general de proceso, esto es, el lenguaje técnico de la descripción del desarrollo psicológico de un individuo y la relación con el proceso de enseñanza-aprendizaje. En la propuesta de Teoría de la Conducta (Ribes y López, 1985) se plantean cinco tipos cualitativos de procesos generales psicológicos, progresivamente inclusivos del comportamiento de los individuos, permitiendo caracterizar competencialmente las formas cualitativamente diferentes de cómo el estudiante establece contacto con el discurso didáctico y

los materiales de estudio y/o objetos referentes. Así, la noción de competencia desde este marco de referencia es definida como: “la organización funcional de las habilidades para cumplir con un tipo de criterio. La competencia es un concepto que vincula los criterios de eficacia o ajuste en una situación con las habilidades que tienen que ejercitarse para cumplirlos” (Ribes, 2006, p. 21). En esta lógica, la evolución del aprendizaje se da entonces, como proceso, en la transición de niveles funcionales cualitativamente diferenciales (de menor a mayor complejidad).

De esta manera en el ámbito educativo las interacciones psicológicas, como sistemas de relaciones en las que participa un individuo (en este caso el estudiante), y elementos de su entorno (que pueden ser los objetos referentes, el criterio de ajuste, etc.) se pueden diferenciar en términos cuanti y cualitativamente (con respecto a las propiedades físico-químicas de los eventos), permitiendo llevar a cabo un análisis paramétrico de dichas interacciones.

El análisis de competencias sólo es posible con evaluaciones que permitan monitorear los cambios en el comportamiento de los estudiantes ante criterios morfológicos o funcionales variantes, por ejemplo, supongamos que un estudiante de Psicología está aprendiendo el concepto de conducta, le podemos requerir al estudiante que nombre, que defina, que relacione dicho concepto con un autor particular, implicándose así, distintos tipos de tarea que a su vez pueden incluir distintos niveles de complejidad, también podemos agregar la modalidad lingüística, es decir, que el desempeño requerido se presente de manera oral o escrita.

La vinculación entre aprendizaje, enseñanza y evaluación en una propuesta competencial es indiscutible. No obstante, el tratamiento que se le ha dado a dichos conceptos por los especialistas en el ámbito de la educación ha llevado a confusiones y errores categoriales de diversa índole (Irigoyen, Acuña y Jiménez, 2011).

### **Definición del concepto de Aprendizaje**

El concepto de aprendizaje ha sido utilizado para referir procesos y actividades especiales por parte del individuo, y por lo tanto, se ha aso-

ciado a algo distinto de la propia actividad (Anderson, 1990, 2001). Se ha planteado en muchos casos, que el aprendizaje implica la adquisición de conocimientos, y por ende, se recurre a procesos de transmisión, mediación o construcción del conocimiento (Serrano y Pons, 2008).

Para Ibáñez (2007) la representación del aprendizaje como “adquisición” de “conocimientos”, “contenidos” o “material didáctico” por parte del alumno, no sólo es teóricamente inadecuada, sino que también promueve la idea tradicional de que el objetivo del aprendizaje escolar es el dominio de conocimiento, de contenidos o materiales didácticos. Esto aunado a las graves implicaciones que trae consigo la definición del concepto como el de memoria, diferenciándola entre sí como memoria visual, memoria auditiva (esto se ilustra de forma muy clara en el Modelo Instruccional SOI de Mayer, 2000).

En el presente manuscrito el término de aprendizaje no designa un proceso o actividad especial por parte del individuo, más bien, se aplica cuando el desempeño del estudiante satisface requerimientos o criterios de ajuste o logro, que pueden consistir en decir (hablar o escribir) o hacer (señalar, escribir o instrumentar) bajo ciertas circunstancias (Ibáñez, 2007).

Cuando se hace referencia al aprendizaje de contenidos científicos estos no tienen una connotación física, más bien nos referimos al aprendizaje de formas de hacer y decir como prácticas reguladas por criterios paradigmáticos-disciplinares (Carpio, Pacheco, Canales y Flores, 2005). Esto es, al desarrollo de nuevas morfologías y/o funciones del comportamiento, las cuales se actualizan momento a momento dependiendo de la situación de aprendizaje y el repertorio competencial del estudiante.

El aprendizaje entonces, es el resultado del comportamiento del individuo ante ciertas condiciones que prescriben un criterio. Los dos elementos necesarios para identificar la ocurrencia del aprendizaje son: a) la especificación de lo que se va a aprender, y b) la correspondencia funcional del comportamiento (como actividad, producto o efecto) con relación al criterio de respuesta especificado.

De tal manera que en las categorías de aprender y aprendizaje como logros a cumplir, se requieren identificar los desempeños involucrados por parte del estudiante, así como las condiciones situaciona-

les que probabilizan esos logros. Por ende, las posibles relaciones entre estudiante-materiales referentes-docente pueden ser analizadas como episodios de interacciones educativas (interacción didáctica) en términos de Irigoyen et al., (2011).

En una situación de aprendizaje se pueden requerir una serie de desempeños, productos o resultados; por ejemplo, que se hable o se escriba después de aquello que se observó, escuchó o leyó; pero ello no implica procesos psicológicos diferentes, más bien implica diferentes actividades que permiten el cumplimiento efectivo de una tarea o varias tareas –aprendizaje-.

En el caso de los organismos humanos el componente lingüístico está integrado en el desempeño; el lenguaje viene a constituir el medio a partir del cual se le otorga sentido a la práctica individual y ésta se significa (Ribes, Cortés y Romero, 1992). Según los autores el lenguaje como medio representa una segunda naturaleza, fundada en la convención, en la que la conducta humana se vuelve significativa para y a través de los otros, es decir, no se concibe práctica social humana en un medio no lingüístico.

De tal manera que el lenguaje, visto como el medio en el que ocurre el comportamiento, implica tres tipos de desempeños de cualquier práctica social: aprender acciones en un ambiente lingüístico, aprender palabras y sus usos, y aprender acerca de las cosas y las palabras, es decir, entender las acciones y los objetos a través del lenguaje.

Bajo esta lógica, el aprendizaje en el contexto de la formación científica universitaria, estaría referido al establecimiento de un conjunto de prácticas reguladas por criterios disciplinares como juegos de lenguaje -identificar hechos, formular preguntas pertinentes, generar evidencias o datos, formular inferencias y conclusiones- (Ribes, Moreno y Padilla, 1996). Para Moreno (1992) toda práctica adquiere sentido y significado en cuanto a que forma parte de un determinado conjunto, por lo que: “actuar con sentido no es otra cosa que hacerlo en concordancia con algún conjunto de prácticas” (p. 60).

Así, el aprendizaje de contenidos y/o saberes científicos se establece interactuando y ejercitando dicho conjunto de prácticas, que involucran desempeños lingüísticos tales como: observar, escuchar, leer, señalar,

hablar y escribir (modos lingüísticos) con respecto a una serie de eventos y/o situaciones construidas a partir de un sistema de referencia (la física, la química, la biología, la psicología, la sociología), como lenguaje formal o técnico.

### **Modos lingüísticos en el aprendizaje de contenidos científicos**

El estudiante interactúa con distintas situaciones de aprendizaje que explicitan cierto tipo de desempeños lingüísticos según la disciplina que se enseña-aprende. La naturaleza de estos desempeños depende del tipo de objeto referente (visual, auditivo) con el que se está interactuando y del criterio de ajuste requerido por el profesor, sea este explícito o implícito.

El o los objetos referentes consisten en los eventos o situaciones ante las cuales el estudiante debe desempeñarse según los criterios disciplinares, éstos pueden presentarse en forma física o sustituta, como discurso, texto, grabación, video, conferencia, fotografía o gráfico. Necesariamente en el aprendizaje de contenidos científicos como práctica convencionalmente definida, estos se expresan como eventos o situaciones lingüísticas.

Ogalde y González (2008) realizaron una clasificación de materiales de estudio según la forma en que se entra en contacto con ellos, el cual se ilustra en la Tabla 1. Adicionalmente en dicha tabla los autores incluyen la modalidad lingüística involucrada, con el propósito de describir cuáles son las variaciones en las modalidades lingüísticas auspiciadas por la modalidad de presentación de estos materiales, y cómo a pesar de que las presentaciones multimedia pudieran ser sensorialmente más estimulantes, las modalidades lingüísticas involucradas y las competencias que pudieran generarse en interacción con éstas, no necesariamente implican un desempeño efectivo, variado y transferible a situaciones novedosas.

Tabla 1

Clasificación de los materiales de estudio según la forma en que se entra en contacto con ellos (tomado de Ogalde y González, 2008, pp. 93 y 94) y modificada por los autores.

<i>Modalidad de presentación</i>	<i>Ejemplos</i>	<i>Modalidad lingüística involucrada</i>
Texto palabra escrita	Libros, folletos, apuntes, hipertexto	Observar-Leer
Imagen visual fija	Fotografías, dibujos y pinturas	Observar-Leer
Imagen visual en movimiento	Animaciones, videos, películas	Observar-Leer
Imagen sonora	Audiodigital, audiolibro, programas de radio	Observar-Escuchar
Texto con imagen visual fija	Mapas, diagrama	Observar-Leer
Texto con imagen sonora	Canciones, diálogos de muestra	Observar-Escuchar
Imagen visual fija con imagen sonora	Diapositivas con narración grabada, imágenes con explicación auditiva	Observar-Escuchar
Imagen visual en movimiento con imagen sonora	Videos, películas, programas de televisión, animaciones con sonido.	Observar-Escuchar

¿Cómo lograr que el estudiante se desempeñe efectiva y variadamente ante los criterios disciplinares? La historia lingüística del estudiante con respecto a los objetos referentes y/o materiales, y sus criterios se va constituyendo a partir del contacto a dimensiones físicas y/o convencionales (sean visuales, auditivas, táctiles, por ejemplo, en el caso de los débiles visuales es auditiva-táctil o en el caso de los débiles auditivos es visual-gestual) ya sea observando, escuchando o leyendo, o mediante el habla, el gesto o la escritura. Así es como se va generando una historia de interacción lingüística, que en palabras de Varela (2013) esto ocurre... “gracias al desligamiento de las propiedades físico-químicas presentes en los objetos de estímulo (OE), mediante dichos actos lingüísticos, la persona puede referirse también a las propiedades con-

vencionales del lenguaje mismo y a partir de esto, aunque las relaciones sensoriales básicas con los Objetos de Estímulo (OE) siguen existiendo, el individuo puede generar nuevas funciones de estímulo-respuesta (fER) que se ajustan a las reglas del lenguaje y pueden empezarse a hablar de el lenguaje mediante el lenguaje” (p. 5).

El autor describe cómo el ser humano logra interactuar en forma diferencial con los actos lingüísticos, primeramente a partir de la experiencia sensorial y posteriormente, cómo estos actos se van complejizando para generar nuevas interacciones lingüísticas a partir del hablar, actuar, representar y escribir. “Y esto tiene una explicación plausible muy específica: en la medida en que una persona, en el ámbito educativo, escuche o lea diferentes palabras, podrá atender-percibir y actuar efectivamente ante ellas, esto es, escuchar y leer ‘comprensivamente’ o bien, en otras palabras, podrá seguir interactuando lingüísticamente, dado que puede interactuar ante el Referidor (profesor o autor del texto) y el Referente (contenido)” (p. 5).

Mares (2001) elaboró una propuesta para analizar el desarrollo lingüístico, la cual le ha permitido examinar a partir de diversos estudios experimentales con niños que inician educación primaria, cómo ocurre el aprendizaje de nuevas morfologías lingüísticas y el dominio de contenidos al cambiar del modo oral al escrito. En sus estudios (Mares, Guevara y Rueda, 1996; Mares, Ribes y Rueda, 1993) ha subrayado la importancia que tienen las condiciones en las que se aprende una determinada habilidad y las morfologías reactivas involucradas en ésta como factores que posibilitan su transferencia a situaciones novedosas.

Se supone que las respuestas de naturaleza lingüística ocurren en distintos modos<sup>1</sup> que, dada su morfología arbitraria, se adquieren inicialmente como tres modos complementarios reactivos y activos: observar, gesticular/señalar; escuchar-hablar; y leer-escribir. La adquisición de los modos reactivos antecede a la de los activos y es necesaria para

---

1. Este comportamiento ha sido analizado como modos lingüísticos por Fuentes y Ribes (2001). Estos modos lingüísticos han sido divididos para motivos de análisis en: a) modos reactivos (observar, escuchar y leer); y b) activos (señalar/gesticular, hablar y escribir).

retroalimentar la precisión y eficacia de los modos activos (Gómez, Zepeta, García y Molina, 2015).

De tal manera que cada modo lingüístico posibilita funcionalmente distintos tipos de interacciones dadas las características de los objetos de estímulo ante los que se responde o las funciones de estímulo que a su vez pueden actualizarse. Así, los modos lingüísticos siempre tienen lugar como actualización de competencias conductuales lingüísticas en diferentes niveles de organización funcional del comportamiento. La posibilidad de interactuar en los diferentes niveles dependerá de las posibilidades reactivas del individuo –estudiante– y del arreglo contingencial<sup>2</sup> (situación de aprendizaje) al cual es expuesto.

Por su parte Ribes (2010), afirma que la participación diferencial de los distintos modos lingüísticos (reactivos y activos) en el aprendizaje resulta en distintos tipos de conocimiento, y por ende, en diferentes tipos de competencias conductuales. Así, el origen declarativo del conocer demanda de manera prominente la participación de los modos lingüísticos reactivos, y en el caso del saber, cuya circunstancia de ocurrencia es actuativa, predominan los modos lingüísticos activos.

Para Jiménez, Irigoyen y Acuña (2011) los rangos de aplicabilidad de lo que se aprende dependen entonces de lo que se hace respecto a los objetos de conocimiento en función de los modos lingüísticos participantes (activos, reactivos) y de la forma en que tuvo lugar el aprendizaje resultante (declarativo, actuativo). A esto habría que agregar la naturaleza de los objetos referentes con los que se debe interactuar, el arreglo contingencial (cerrado, abierto) al cual se exponen los individuos, así como los criterios de tarea y de logro que deben satisfacerse como resultados o logros.

Así, dentro de este marco general de Teoría de la Conducta, el concepto de modo(s) lingüístico(s) correspondería a un término técnico

---

2. Un arreglo contingencial refiere a la forma en cómo se estructura un campo psicológico, el cual se conforma como una relación probabilística entre eventos y factores; p. ej., el aprendizaje en un episodio instruccional se pone en contacto con objetos físicos o convencionales a partir del discurso didáctico y del criterio de ajuste en donde la estructuración del campo se da como formas de organización diferenciales (denominadas funciones conductuales) las cuales dependen de factores históricos y situacionales.

específico de una teoría científica psicológica (Quiroga y Padilla, 2014). Los modos lingüísticos bajo estos supuestos se han venido estudiando experimentalmente utilizando primordialmente preparaciones de igualación a la muestra de primer y segundo orden empleando distintos tipos de instancias, pero particularmente estímulos que consisten en figuras geométricas. A continuación y sin pretender ser exhaustivos se citan algunos de los estudios y los resultados más relevantes.

Camacho, Irigoyen, Gómez, Jiménez y Acuña (2007) evaluaron la adquisición y transferencia de la ejecución en distintos modos lingüísticos (reactivos -observar, escuchar, leer- y activos -señalar, hablar, escribir-), sin posibilidad de retroalimentación reactiva en niños de primaria. Los resultados indicaron la importancia de la adquisición en un modo morfológicamente complejo para su transferencia hacia otros modos menos complejos (por ejemplo de escribir a señalar), y que la ausencia de la retroalimentación reactiva (p.ej., no poder leer lo que se escribía) afecta negativamente el nivel de adquisición y transferencia de los modos lingüísticos.

Por su parte, Gómez y Ribes (2008) analizaron la funcionalidad de cada modo lingüístico -señalar-observar, hablar-escuchar, escribir-leer- en la adquisición, mantenimiento y transferencia de una discriminación condicional en niños de primaria. Los resultados muestran que hubo mayor translaticidad<sup>3</sup> de los modos morfológicamente más complejos a los menos complejos, es decir, de escribir a hablar, y de hablar a señalar. Se confirmó un resultado común en todos los experimentos empleados con igualación de la muestra, al encontrar que el nivel de ejecución en las pruebas de transferencia depende de la ejecución terminal en la fase de entrenamiento.

Por su parte Arias, Gómez, Zepeta y Camacho (2012) evaluaron el desempeño efectivo durante el entrenamiento en una tarea de igualación de la muestra de segundo orden mediante los modos lingüísticos reactivos aislados o combinados, a partir del desempeño posterior en el

---

3. El concepto de translaticidad consiste en la facilitación de que lo aprendido en un modo lingüístico, se realice en un modo nuevo de ocurrencia y que depende de la facilidad de adquisición del comportamiento en el modo precedente (Gómez y Ribes, 2008).

modo activo escribir. Los participantes fueron niños de primaria. Los resultados sugieren que la habilitación en el modo escribir puede ser funcionalmente diferente cuando los modos reactivos se exponen de manera aislada que cuando se exponen de manera combinada y se comparte el medio de ocurrencia (p.ej., auditivo o visual). Así mismo, el efecto puede ser diferente si se evalúa de manera directa (p.ej., leer-escribir) o angular (i.e., observar-escribir; escuchar-escribir). Los autores concluyen que se identificaron problemas en el diseño de la tarea experimental, la cual limitaba el contacto funcional de los modos lingüísticos reactivos y activos en el episodio interactivo.

En un segundo estudio, Gómez, Camacho, Zepeta, Arias y Pérez (2012) evaluaron el efecto de los modos lingüísticos reactivos en tres condiciones distintas: observar, observar-escuchar y observar-escuchar-leer, sobre la ejecución en el modo activo escribir de niños de primaria en una tarea de igualación de la muestra de segundo orden. Algunas modificaciones que se realizaron con respecto al estudio anterior fueron relacionadas con la tarea experimental: a) en las instrucciones; y, b) en la presentación de los estímulos (la presentación del arreglo de estímulos fue simultánea y la iluminación de los estímulos fue secuencial). Sin embargo, varios niños no identificaron el criterio de igualación. Los resultados sugieren que la utilización simultánea de los tres modos reactivos durante el entrenamiento, tiene mayor efecto en la habilitación del modo activo cuando está incluido el modo reactivo correspondiente (Gómez et al., 2015).

Más tarde, Gómez y Ribes (2014) evaluaron la funcionalidad de cada modo lingüístico -señalar-observar, hablar-escuchar, escribir-leer en la adquisición, mantenimiento y transferencia de una discriminación condicional de primer orden, también teniendo como participantes niños de primaria. En los experimentos hubo una fase de entrenamiento y tres pruebas de transferencia por cada modo en tres secuencias de aprendizaje. Los resultados mostraron porcentajes elevados de respuestas correctas de igualación en adquisición, mantenimiento y transferencia. La translaticidad mayor tuvo lugar de los modos morfológicamente más complejos a los menos complejos, es decir, de escribir a hablar, y de hablar a señalar. Se confirmó un resultado común en todos los expe-

rimentos empleando igualación de la muestra, al encontrar que el nivel de ejecución en las pruebas de transferencia depende de la ejecución terminal en la fase de entrenamiento.

Por su parte, Tamayo, Ribes y Padilla (2010) siguiendo la línea de habilitación lingüística<sup>4</sup> en los modos activos (señalar, hablar y escribir) a partir del modo reactivo observar realizaron dos experimentos, pero ellos tuvieron como participantes estudiantes de licenciatura; en el primer experimento evaluaron el efecto de habilitación de la respuesta de escribir al utilizar un procedimiento de igualación de la muestra de primer orden en el cual los estímulos eran presentados en una de las tres modalidades lingüísticas reactivas (observar, escuchar y hablar). En los tres casos la respuesta de igualación fue escrita (que consistía en escribir el color y la forma del estímulo). Los resultados indicaron que todas las modalidades reactivas habilitaron la respuesta de escribir como respuesta de igualación, sin embargo, se presentó un mayor nivel de habilitación del modo *observar* al *escribir* en comparación con las demás modalidades. El Experimento 2 siguió la misma lógica pero en este caso el modo reactivo fue presentado junto con el modo activo *hablar*. Los resultados mostraron la misma tendencia del Experimento 1, sin embargo, se observó que la habilitación fue menor en todos los casos. En ambos estudios los resultados sugirieron que todos los modos reactivos habilitaron la respuesta de igualación escrita. Sin embargo, aparentemente el modo observar generó un mayor efecto en comparación con los modos leer y escuchar, los cuales mostraron un menor grado de habilitación.

Al parecer estos resultados se vieron limitados en sus conclusiones debido a que el efecto de habilitación no se evaluó en todas las posibles combinaciones de modos reactivos-activos; asimismo, el uso de un procedimiento de igualación de la muestra de primer orden, no permitió saber si el efecto observado se generó por la relación evaluada entre los

---

4. La habilitación lingüística consiste en la facilitación del desempeño en un modo activo lingüístico (señalar, hablar, escribir) o no lingüístico (motriz) como resultado de la exposición en un modo lingüístico reactivo ( observar, escuchar, leer) o no lingüístico (ver, oír) Gómez et al., (2015).

modos o por las características del procedimiento (Tamayo y Martínez, 2014).

Ante las limitaciones procedimentales observadas, Tamayo y Martínez (2014) continuaron en esta misma línea de investigación. Para ello, utilizaron un procedimiento de igualación de la muestra pero ahora de segundo orden, y evaluaron todas las combinaciones posibles entre modos reactivos, tanto complementarios como no complementarios. El estudio tuvo como propósito evaluar la habilitación de la respuesta en modos lingüísticos activos (señalar, escribir, hablar) a partir del contacto con los modos reactivos (observar, leer, escuchar). Al igual que en el primer estudio los participantes fueron estudiantes de licenciatura. En los resultados no se observaron diferencias en la habilitación a partir del contacto con los modos reactivos observar y leer, independiente del modo activo relacionado. Pero sí se presentaron cuando el modo reactivo fue escuchar. Los hallazgos se analizan en función de resultados de estudios previos y de la propuesta de abordaje de los modos lingüísticos. No obstante, los resultados de este estudio no corroboraron en su totalidad los hallazgos de Tamayo et al., (2010), sugiriendo que el papel dominante del modo señalar es relativo, y que estos resultados pudieron verse afectados por el procedimiento de igualación empleado, sea este de primer o segundo orden.

Si bien los estudios antes mencionados siguen una misma lógica teórica, los hallazgos experimentales han sido variados dependiendo del tipo de tarea experimental utilizada (si la preparación experimental de igualación a la muestra era de primer o de segundo orden), presentándose una aproximación experimental cuidada, pero metodológicamente con algunas limitaciones. Al parecer el tipo de preparación utilizada suele ser poco representativa del análisis de la conducta lingüística, tal vez habría que diseñar preparaciones más representativas con respecto al tipo de interacción que ocurre en el ajuste a contingencias mediadas lingüísticamente. Por ejemplo, en los estudios anteriormente señalados cuando se le pide a un estudiante que escriba, no se le pide que solamente escriba una palabra o frase, sino se le solicita que formule oraciones con un sentido gramatical pertinente dado un dominio específico. Autores como Pacheco (2010) han analizado niveles funcionales de las

interacciones escritoras de textos científicos en universitarios, aspecto que consideramos difícil y poco pertinente de evaluar con una preparación como la de igualación a la muestra empleada en los estudios comentados.

Peña, Santiago y Fonseca (2012) comentan que el estudio empírico de la función sustitutiva referencial se ha llevado a cabo utilizando diferentes preparaciones experimentales, escenarios distintos e incluso variadas interpretaciones sobre lo que constituye la sustitución referencial de contingencias.

Por su parte, Gómez y Ribes (2008) discuten las implicaciones de los resultados de experimentos con preparaciones de igualación a la muestra de primer y segundo orden, toda vez que éstos muestran que las respuestas de igualación en distintos modos lingüísticos (y la presencia o ausencia de su retroalimentación reactiva) no determinan diferencias notables en la adquisición y transferencia de una discriminación condicional; ya que las respuestas lingüísticas consisten solamente en señalar un estímulo, pronunciar dos palabras (color y forma del estímulo), o escribirlas. En palabras de los autores: “Los modos lingüísticos de respuesta, especialmente los relativos a hablar y escribir, adquieren relevancia funcional cuando constituyen patrones más complejos, desligables en principio de las condiciones de estímulo, como ocurre con la formulación de descripciones, la identificación o formulación de criterios y la abstracción de relaciones. En dichos casos puede esperarse que se encuentren diferencias funcionales bien delimitadas cuando el responder consista en hablar y/o especialmente escribir. Sería necesario entonces, evaluar sistemáticamente las propiedades funcionales de cada modo lingüístico en la forma de distintos segmentos de respuesta en situaciones que requieran procesos de mediación de contingencias de carácter sustitutivo” (p. 104).

Por ello, se considera relevante estudiar las propiedades funcionales de los modos lingüísticos sobre el aprendizaje y la transferencia de competencias lingüísticas en áreas específicas de conocimiento, que permitan generar datos mucho más representativos y con mayor validez ecológica, en términos de lo que ocurre en un ajuste a contingencias mediadas lingüísticamente de carácter sustitutivo.

Quiroga, Peña y Padilla (2013) evaluaron los factores implicados en el ajuste conductual a contingencias medidas lingüísticamente, consideraron los efectos del entrenamiento de dos competencias lingüísticas contextuales con variaciones en los parámetros espacio-temporales, adquiridas bajo uno de dos modos lingüísticos (leer-escribir o hablar-escuchar) sobre el ajuste conductual a los criterios de diferencialidad y de efectividad en estudiantes de licenciatura. La tarea experimental estaba compuesta por una fase de entrenamiento y una prueba de mediación lingüística de contingencias (utilizándose un laberinto como tarea experimental). Los resultados obtenidos permitieron determinar que la adquisición, el desarrollo y la transferencia de competencias lingüísticas contextuales se vieron afectados por el modo lingüístico en que tales interacciones tuvieron lugar. Asimismo se encontró que el entrenamiento en ausencia del referente favoreció el ajuste de los participantes a los criterios (de diferencialidad y de efectividad) independiente del modo lingüístico; también se encontró que el modo lingüístico leer-escribir favoreció las ejecuciones más altas de ajuste, comparado con el modo hablar-escuchar.

En un intento por generar datos que permitan hacer aportaciones al campo del aprendizaje a través de las TIC o aprendizaje multimedia, se llevaron a cabo tres estudios con noveles estudiantes universitarios en donde se varió: la modalidad de presentación de los materiales de estudio (audio y texto), el modo lingüístico (hablar-escribir, escribir-hablar), el criterio de tarea (identificación y formulación) y su nivel funcional (Acuña, Irigoyen y Jiménez, 2013). Algunos de los resultados encontrados en los estudios fueron los siguientes: a) La explicitación del criterio tiene un efecto facilitador sobre el desempeño efectivo como lector y escritor de contenidos científicos; b) el desempeño en el modo lingüístico hablar y escribir fue mayor en la modalidad textual del objeto referente que en la auditiva; c) Las variaciones en las secuencias de presentación de las modalidades lingüísticas (hablar-escribir; escribir-hablar) muestra diferencias en términos de mayor porcentaje de congruencia si primero escriben y posteriormente hablan, que si primero hablan y después escriben; d) El desempeño de los participantes parece

depender más del modo lingüístico, del tipo de tarea y su nivel funcional que del contenido de los materiales de estudio.

Partiendo de estos resultados y aproximándonos a la delimitación de las circunstancias funcionales en las que el desempeño de los estudiantes frente a un material de divulgación científica se torna más efectivo, se llevó a cabo un estudio con el propósito de evaluar el efecto de las variaciones en la modalidad del objeto referente, la modalidad lingüística involucrada (leer-señalar, leer-escribir; observar/leer-señalar, observar/leer-escribir; observar/escuchar/leer-señalar, observar/escuchar/leer-escribir) y el tipo de tarea en categorías procedimentales en novales estudiantes universitarios.

Participaron 24 estudiantes universitarios de la carrera de Psicología, 12 estudiantes de segundo semestre y 12 de cuarto semestre, los cuales fueron asignados aleatoriamente a una de las tres condiciones del estudio (Condición 1: sólo texto, Condición 2: texto ilustrado con imágenes, Condición 3: texto ilustrado con video), quedando conformada cada condición por cuatro estudiantes.

El material de evaluación quedó constituido por dos artículos de divulgación científica. El primero -evaluación inicial- con una extensión de 1299 palabras (*La adquisición de lenguaje escrito en un caso de síndrome de down*<sup>5</sup>) y seis preguntas relacionadas con el mismo, el cual se utilizó para seleccionar a los participantes (incluyendo en el análisis solamente aquellos estudiantes que obtuvieron puntuaciones mayores al 60% de aciertos); el segundo texto con una extensión de 5000 palabras (*Procesos de aprendizaje de discriminaciones condicionales*<sup>6</sup>), dividido en 7 segmentos (de entre 500 y 800 palabras cada uno y 25 preguntas relacionadas con el mismo (ver ejemplo de los materiales en Figuras 1, 2, y 3). Finalmente, una prueba extrasituacional como prueba de transferencia, la cual constó de siete reactivos.

- 
5. Rueda, E. y Huerta, G. (2003). La adquisición del lenguaje escrito en un caso de Síndrome de Down. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 6 (3), 1-5.
  6. Pérez, L. (2001). Procesos de aprendizaje de discriminaciones condicionales. *Psicothema*, 13 (4), 650-658.

Es importante mencionar que el artículo utilizado para evaluación, no se modificó para motivos del diseño y elaboración de los segmentos, más bien se ilustraron los ejemplos originales presentados por los autores del artículo.

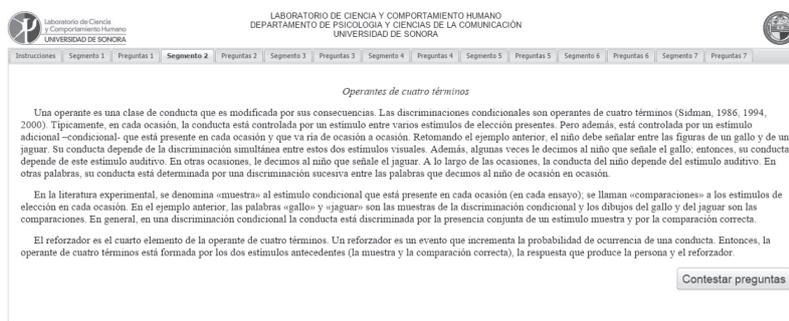
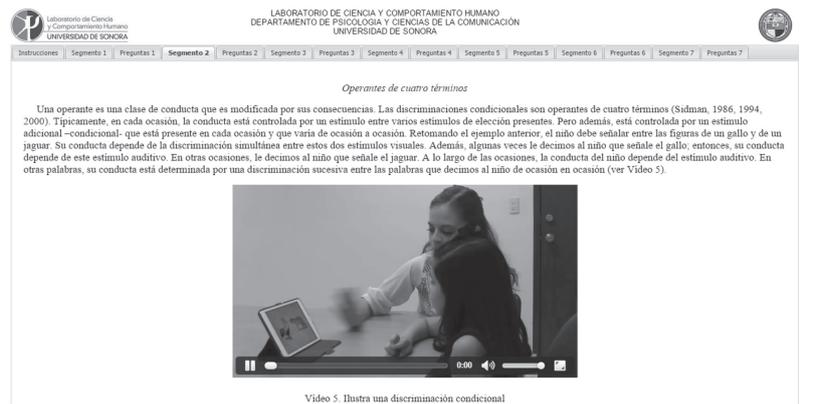


Figura 1. Ilustra la Condición 1 del estudio, en donde se presentó únicamente la modalidad: texto.



Figura 2. Ilustra la Condición 2 del estudio, en donde se presentó la modalidad: texto ilustrado con imágenes.

## Aprendizaje de contenidos científicos: efecto de la modalidad del objeto referente



**Figura 3.** Ilustra la Condición 3 del estudio, en donde se presentó la modalidad: texto ilustrado con video.

La evaluación fue aplicada en una sala exenta de ruidos con cubículos individualizados ubicados en el Laboratorio de Ciencia y Comportamiento Humano. Para su aplicación se utilizaron 20 computadoras con audífonos. La duración de la sesión la estableció la ejecución de los participantes, la cual consistió en promedio de 1 hora 15 minutos. El participante en la sesión tuvo acceso permanente a cada uno de los segmentos, esto es, podía regresar cuantas veces lo requiriera a los textos y las preguntas. Cuando finalizaba los siete segmentos, se le presentaba automáticamente la tarea que denominamos extrasituacional o tarea de transferencia.

Una tarea extrasituacional implica que el estudiante tiene que modificar las relaciones entre objetos y/o eventos de una situación particular. En palabras de Ribes (2012): “Para que la sustitución de contingencias tenga lugar, el mediado (es decir, el estudiante) tiene que cambiar su comportamiento con base en los cambios contingenciales propiciados por el mediador (en este caso, el autor del texto). Si el mediado no responde a la conducta lingüística del mediador, no se completa el episodio. El mediado debe comportarse en correspondencia con la conducta del mediador y con las contingencias que introduce

en la situación como contingencias referidas. No se refieren a hechos, objetos o propiedades. Se refieren a contingencias ausentes hasta ese momento o no funcionales en la situación” (p. 22, paréntesis incluidos por los autores). En el caso descrito, el estudiante tiene que modificar mediante lo escrito (formulando un objetivo experimental, una tarea experimental, una pregunta de investigación viable de ser respondida) las relaciones entre los eventos y su funcionalidad en correspondencia con lo observado, escuchado y/o leído del material.

Las respuestas a los reactivos fueron evaluadas en términos de aciertos (esto es, en términos de la correspondencia de la respuesta del estudiante con el requerimiento prescrito en la tarea) y errores (no correspondencia). Los resultados en función de los modos lingüísticos son presentados en la Tabla 2, los cuales muestran diferencias importantes cuando se involucran ciertos modos lingüísticos en el aprendizaje de competencias procedimentales (p.ej., elaborar un ejemplo de un arreglo procedimental, diseñar un procedimiento), sin embargo, no se encontraron diferencias, entre los alumnos de segundo y cuarto semestre.

Tabla 2

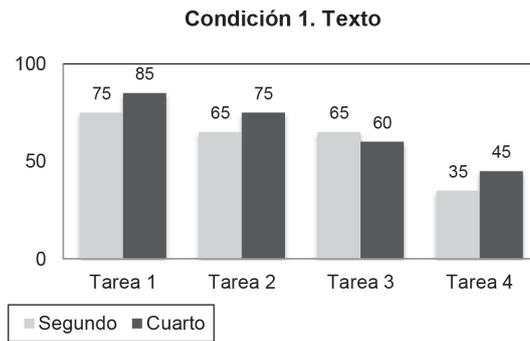
Presenta el porcentaje promedio por condición, por modo lingüístico involucrado y semestre (segundo y cuarto)

<i>Condiciones</i>	<i>Modo lingüístico involucrado</i>	<i>Promedio segundo semestre</i>	<i>Promedio cuarto semestre</i>	<i>Total por semestre</i>
Condición 1. Sólo texto	Leer-Señalar	70%	77%	73%
	Leer- Escribir	50%	52%	51%
Condición 2. Texto ilustrado con imágenes	Observar/Leer-Señalar	77%	87%	82%
	Observar/Leer-Escribir	67%	65%	66%
Condición 3. Texto ilustrado con video	Observar/Escuchar-Leer-Señalar	75%	75%	75%
	Observar/Escuchar-Leer-Señalar	82%	75%	78%

También se puede observar en la Tabla 2 que el modo lingüístico ‘señalar’ fue el que presentó mayor porcentaje de aciertos en comparación con el modo ‘escribir’, en todas las condiciones. Valdría la pena mencionar que para el modo lingüístico ‘señalar’ fue suficiente para obtener un porcentaje de aciertos alto al exponerse al texto ilustrado con imágenes (Condición 2), pero no así para el modo lingüístico ‘escribir’. Supondríamos que la ilustración con video permitiría en todos los casos mayor porcentaje de respuestas correctas (ya que el estudiante observa, escucha y lee). Sin embargo en el modo lingüístico ‘escribir’, la modalidad del objeto referente, particularmente el texto ilustrado con video (Condición 3) tuvo un efecto importante en el porcentaje de aciertos, no necesariamente así en ‘señalar’, esto tal vez por el nivel de complejidad que implica el primero, más que el segundo.

Esto permite analizar cómo el estudiante va interactuando con los objetos referentes y/o materiales de estudio en formas distintas, dependiendo del tipo de requerimiento al que es expuesto, del modo lingüístico, del tipo de tarea, así como de la modalidad de presentación de los materiales.

Ahora bien, haciendo un análisis por tipo de tarea (como aquella que involucra la dimensión de ocurrencia del desempeño del estudiante) y por Condición, los resultados muestran lo siguiente. En la Condición 1 (ver Figura 4), aquellas tareas que implicaban la identificación de conceptos referidos a eventos o procedimientos presentaron mayor porcentaje de aciertos tanto para los alumnos de segundo semestre (T1: 75% y T2: 65%), como para los alumnos de cuarto semestre (T1: 85% y T2: 75%); las tareas que involucraban relacionar el concepto con un ejemplo (Tarea 3) y elaborar un ejemplo de un arreglo procedimental (Tarea 4), también independientemente si eran alumnos de segundo (T3: 65% y T4: 35%) y cuarto semestre (T3: 60% y T4: 45%) presentaron menor porcentaje de aciertos.

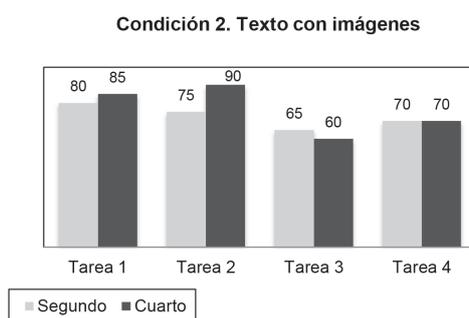


**Figura 4.** Presenta el porcentaje de aciertos por tarea para la Condición 1 (texto).

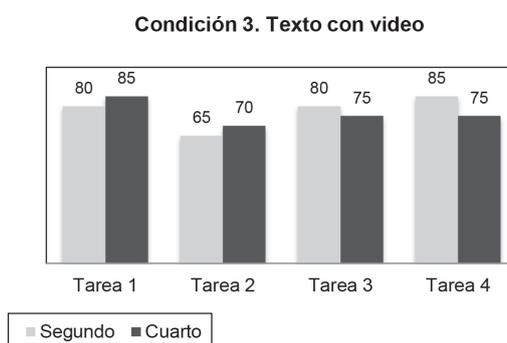
Los resultados para la Condición 2 se muestran en la Figura 5. Las Tareas 1 y 2 en esta condición también presentan el mayor porcentaje de aciertos, para los de segundo semestre los porcentajes fueron: T1: 80% y T2: 75%, para los de cuarto semestre fueron: T1: 85% y T2: 90%, al parecer para los estudiantes no hubo diferencias significativas entre identificar un evento y un procedimiento. Con respecto a las Tareas 3 y 4 los porcentajes de aciertos para los estudiantes de segundo semestre fueron los siguientes: T3: 65% y T4: 70%, para los de cuarto semestre fueron: T3: 60% y T4: 70%. Un comentario al respecto, es que la Tarea 3 se mantiene en ejecución para la Condición 1 y 2, no así para la Tarea 4, ya que el promedio de aciertos aumenta casi en un 30%, es decir, para que el estudiante elabore un ejemplo de un procedimiento si es importante modelarle (mediante imágenes, fotografías, dibujos) las maneras del como se hace.

En relación con los resultados de la Condición 3 (ver Figura 6) encontramos que el porcentaje de aciertos con respecto a las Tareas 1 y 2 para los estudiantes del segundo semestre fueron: T1: 80% y T2: 65%, para los de cuarto semestre fueron: T1: 85% y T2: 70%; para las Tareas 3 y 4 los estudiantes del segundo semestre obtuvieron los siguientes porcentajes: T1: 80% y T2: 85%, para los estudiantes del cuarto semestre fueron: T1 y T2: 85%. Si bien en esta condición las Tareas 3 y 4 aumentaron en porcentaje de aciertos, la Tarea 2 decrementó para ambos semestres;

se puede interpretar al respecto que el presentarles el texto ilustrado con video dificultó el identificar un procedimiento, no así el elaborar su representación gráfica.



**Figura 5.** Presenta el porcentaje de aciertos por tarea para la Condición 2 (texto ilustrado con imágenes).

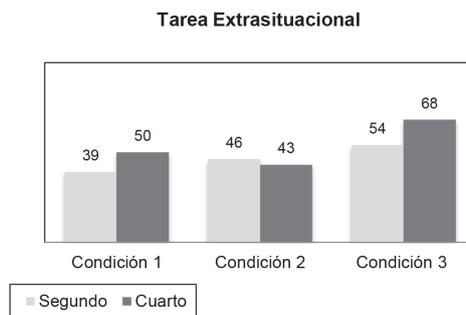


**Figura 6.** Presenta el porcentaje de aciertos por tarea para la Condición 3 (texto ilustrado con video).

El desempeño efectivo y variado (como desempeño competente) bajo la lógica planteada en este manuscrito, dependerá de cada situación de aprendizaje y de las habilidades y competencias requeridas para el cumplimiento del criterio en una situación específica, el estudian-

te dado su historia de interacción con objetos, eventos o situaciones determina “funcionalmente” hablando a qué atiende como aspectos relevantes. Desde otra postura teórica, Mayer (2000) propuso *The Cognitive Theory of Multimedia Learning* (mejor conocido como el Modelo SOI), dicho modelo implica la *selección* de: imágenes, palabras, iconos, objetos, flechas, subtítulos, selección de la información pertinente, *organización* de la información: comparando, clasificando, enumerando, y finalmente la *integración* de la información por medio de organizadores avanzados, ilustraciones con subtítulos, ejemplos prácticos y preguntas elaboradas. Sólo que en dicha propuesta no se retoma el área de conocimiento, ni el tipo de requerimiento impuesto al estudiante, que finalmente es lo que le da sentido funcional al hacer o decir del estudiante.

Los resultados con respecto a la tarea extrasituacional (ver Figura 7) nos señalan que la Condición 3 presentó el mayor porcentaje de aciertos tanto para los alumnos de segundo como para los de cuarto semestre. Para la Condición 1 el promedio de aciertos fue de 39% para segundo semestre y 50% para cuarto; para la Condición 2 el promedio fue de 46% para segundo semestre y 43% para cuarto semestre; para la Condición 3 el promedio fue de 54% para segundo y 68% para cuarto semestre. Esto muestra que tanto la modalidad del objeto referente como el criterio impuesto al estudiante en términos de modo lingüístico y tipo de tarea se ven afectados.



**Figura 7.** Presenta el porcentaje de aciertos por Condición y Semestre.

Pacheco (2010) ha enfatizado que el concepto de habilidad lingüística (sea esta hablada o escrita) no describe una morfología reactiva específica, sino que ésta refiere a que sea utilizada de manera pertinente para cumplir con una demanda específica en una situación... “Así, por habilidad lingüística puede entenderse la correspondencia funcional entre sistemas convencionales de respuesta y las propiedades físicas y convencionales de los eventos, correspondencia definida por el cumplimiento de demandas o criterios de ajuste en una situación determinada” (p. 58).

### **Comentarios finales**

En un intento por dar respuestas a los desafíos en una sociedad de cambios, el uso y manejo de las TIC se han incorporado, igual que en otras organizaciones, en muchos de los centros escolares de nuestro país (México). En las líneas de acción del Plan Nacional de Desarrollo (2013-2018) queda explicitado de forma enfática. Estrategia 3.1.4: “Promover la incorporación de las nuevas tecnologías de la información y comunicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje” (p. 124).

Hablar de la inclusión de las TIC en el aula, necesariamente nos lleva a planear y diseñar las formas de mediar del profesor y de los materiales de estudio; pero requerimos el soporte teórico de una propuesta de desarrollo competencial sólida. Cuando se piensa en el uso de las TIC, se piensa que su inclusión en sí misma tiene un efecto automáticamente positivo en el desempeño del estudiante, lo cual no necesariamente es así.

El contar con una propuesta de desarrollo funcional, posibilita caracterizar los desempeños efectivos no solamente en términos cuantitativos sino como formas cualitativas de organización funcional. En niveles funcionales diferentes, aún cuando la morfología pudiera mantenerse constante (señalar, leer, hablar, escribir). Así, partir de una tecnología educativa derivada de una propuesta de desarrollo funcional para el análisis de los procesos educativos, a nuestro juicio permite identificar los agentes, factores y procesos que de manera específica ocurren en

los diferentes episodios de las interacciones didácticas, y por lo tanto, qué factores probabilizan o no el aprendizaje escolar entendido como desarrollo de competencias (Irigoyen et al. 2013).

Si bien el estudio presentado anteriormente centra su interés sobre habilidades y competencias antes tareas de corte procedimental, es importante mencionar que la creación de situaciones variadas dependerá del tipo de tarea y el criterio que se le imponga, del objetivo instruccional, de los repertorios lingüísticos del estudiante y del modo lingüístico.

Llevando esto al análisis de las interacciones didácticas, el estudiante a partir de las diferentes formas de mediar del profesor con respecto a objetos, acciones y/o textos, va estableciendo un decir y un hacer con sentido funcional específico a la disciplina o área de conocimiento que está aprendiendo. Por lo que se considera necesario probar cuál es la modalidad de los objetos referentes (materiales de estudio) que genera efectos de ajuste positivo ante los diferentes criterios disciplinares, en otras palabras, cómo gradualmente se va configurando un enseñar-aprender “efectivo” en las formas del decir y del hacer en un área de conocimiento específica.

Bajo esta lógica, asumimos que hay mucho camino por recorrer en cuanto al análisis de las circunstancias y factores que probabilizan que se aprendan nuevas morfologías y funciones en un ambiente particular; el aprendizaje basado en competencias no requiere de procedimientos de evaluación extrínsecos a la propia situación de enseñanza-aprendizaje. La competencia tiene lugar o no en términos de las actividades, criterios y logros en situación determinada y debiera explicitarse entonces el espacio, tiempo y condición en que la competencia deberá exhibirse.

## Referencias

- Acuña, K., Irigoyen, J.J. y Jiménez, M. (2013). *La comprensión de contenidos científicos en estudiantes universitarios*. Hermosillo: Qartuppi.
- Anderson, J. (1990). *Cognitive psychology and its implications*. Nueva York: Freeman.
- Anderson, J. (2001). *Aprendizaje y memoria*. México: McGraw-Hill.

- Arias, S., Gómez, D., Zepeta, E., y Camacho, J. (2012). Análisis del conocimiento aprendido en los modos reactivos y su efecto en el modo escribir. En D. Gómez, G. Reyes, W. Salas y E. Zepeta. *Investigación en Psicología Aplicada a la Educación. Tomo IV* (pp. 34-52). Xalapa: Universidad Veracruzana-IETEC.
- Coll, C. (2007). Las competencias en la educación escolar: algo más que una moda y mucho menos que un remedio. *Aula de Innovación Educativa*, 161, 34-39.
- Camacho, J., Irigoyen, J.J., Gómez, D., Jiménez, M. y Acuña, K. (2007). Adquisición y transferencia de modos lingüísticos en tareas de discriminación condicional sin retroalimentación reactiva. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 12 (1), 79-91.
- Carpio, C., Pacheco, V., Canales, C. y Flores, C. (2005). Aprendizaje de la Psicología: un análisis funcional. En C. Carpio y J.J. Irigoyen (Eds.), *Psicología y Educación. Aportaciones desde la Teoría de la Conducta* (pp.1-32). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Fuentes, M. y Ribes, E. (2001). Un análisis funcional de la comprensión lectora como interacción conductual. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*, 9 (2), 181-212.
- García-Méndez, M. y Vargas, P. (2008). Hacia la formación del Psicólogo por competencias. En C. Carpio (Ed.), *Competencias profesionales del Psicólogo. Investigación, experiencias y propuestas* (pp. 75-102). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gómez, D., Camacho, J., Zepeta, E., Arias, S. y Pérez, M. (2012). Entrenamiento en los modos reactivos y su efecto en el modo activo escribir. *IPyE: Psicología y Educación*, 6 (12), 28-44.
- Gómez, D. y Ribes, E. (2008). Adquisición y transferencia de una discriminación condicional del primer orden en distintos modos de lenguaje. *Acta Comportamental*, 16 (2), 183-209.
- Gómez, D. y Ribes, E. (2014). Adquisición y transferencia de una discriminación condicional de segundo orden en distintos modos de lenguaje. *Journal of Behavior Health & Social Issues*, 6 (1), 89-106.
- Gómez, D., Zepeta, E., García, Z. y Molina, C. (2015). Habilitación de los modos activos de lenguaje a partir del modo reactivo observar. *Acta Colombiana de Psicología*, 18 (1), 13-24.
- Ibáñez, C. (2007). Un análisis crítico del modelo del triángulo pedagógico. Una propuesta alternativa. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 12, (32), 435-456.

- Irigoyen, J.J., Acuña, K. y Jiménez, M. (2011). Interacciones Didácticas en Educación Superior. Algunas consideraciones sobre la evaluación de desempeños. En J.J. Irigoyen, K. Acuña y M. Jiménez (Coords.), *Evaluación de desempeños académicos* (pp. 73-95). Hermosillo: Universidad de Sonora.
- Jiménez, M., Irigoyen, J.J. y Acuña, K. (2011). Aprendizaje de contenidos científicos y su evaluación. En J.J. Irigoyen, K. Acuña y M. Jiménez (Coords.), *Evaluación de desempeños académicos* (pp. 105-168). Hermosillo: Universidad de Sonora.
- Mares, G. (2001). La transferencia desde una perspectiva de desarrollo psicológico. En G. Mares y Y. Guevara (Comps.), *Psicología interconductual. Avances en la investigación básica* (pp. 111-163). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mares, G., Guevara, Y. y Rueda, E. (1996). Modificación de las referencias orales y escritas a través de un entrenamiento en lectura. *Revista Interamericana de Psicología*, 30 (1), 189-207.
- Mares, G., Ribes, E. y Rueda, E. (1993). El nivel de la funcionalidad en lectura y su efecto sobre la transferencia de lo leído. *Revista Sonorense de Psicología*, 7 (1), 32-44.
- Mayer, R. (2000). Diseño educativo para un aprendizaje constructivista. En C. Reigeluth. *Diseño de la instrucción. Teorías y modelos. Un nuevo paradigma de la teoría de la instrucción. Parte I* (153-171). Madrid: Aula XXI Santillana.
- Moreno, R. (1992). El dominio del comportamiento como base del significado en psicología. *Acta Comportamental*, 0, 51-70.
- Ogalde, I. y González, M. (2008). *Nuevas tecnologías y educación. Diseño, desarrollo, uso y evaluación de materiales didácticos*. México: Editorial Trillas.
- Quiroga, L. y Padilla, M.A. (2014). El concepto de modo lingüístico y su aplicación en los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante las TIC's. *Journal of Behavior, Health & Social Issues*, 6 (1), 9-22.
- Quiroga, L., Peña, T. y Padilla, M.A. (2013). Efectos del tipo de entrenamiento y del modo lingüístico sobre el ajuste a contingencias convencionales. *Acta Comportamental*, 21 (1), 68-82.
- Pacheco, V. (2010). *¿Se enseña a escribir a los universitarios? Análisis y propuestas desde la teoría de la conducta*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Peña, T., Santiago, J. y Fonseca, L. (2012). La investigación empírica de la función sustitutiva referencial. En M.A. Padilla y R. Pérez-Almonacid (Eds.),

- La función sustitutiva referencial. Análisis histórico-crítico/avances y perspectivas* (pp. 35-100). New Orleans: University Press of the South.
- Planea (2015). *Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes*. Secretaría de Educación Pública/Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. Disponible en <http://planea.sep.gob.mx>
- PND. (2013-2018). *Plan Nacional de Desarrollo, 2013-2018*. Disponible en: <http://pnd.gob.mx/wp-content/uploads/2013/05/PND.pdf>
- Ribes, E. (2006). Competencias conductuales: su pertinencia en la formación y práctica profesional del psicólogo. *Revista Mexicana de Psicología*, 23(1), 19-26.
- Ribes, E. (2010). *Teoría de la Conducta 2. Avances y extensiones*. México: Editorial Trillas.
- Ribes, E. (2011). El concepto de competencia: su pertinencia en el desarrollo psicológico y la educación. *Bordón*, 63(1), 31-43.
- Ribes, E. (2012). Las funciones sustitutivas de contingencias. En M.A. Padilla y R. Pérez-Almonacid (Eds.), *La función sustitutiva referencial. Análisis histórico-crítico/avances y perspectivas* (pp. 19-34). New Orleans: University Press of the South.
- Ribes, E. y López, F. (1985). *Teoría de la conducta. Un análisis de campo y paramétrico*. México: Editorial Trillas.
- Ribes, E., Cortés, A. y Romero, P. (1992). Quizá el lenguaje no es un proceso o tipo especial de comportamiento: algunas reflexiones basadas en Wittgenstein. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*, 1 (1), 58-73.
- Ribes, E., Moreno, R. y Padilla, A. (1996). Un análisis funcional de la práctica científica: extensiones de un modelo psicológico. *Acta Comportamental*, 4 (2), 205-235.
- Serrano, J.M. y Pons, R. (2008). La concepción constructivista de la instrucción. Hacia un replanteamiento del triángulo interactivo. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 13 (38), 681-712.
- Tamayo, J. y Martínez, D. (2014). Efecto de habilitación en un procedimiento de igualación de la muestra de segundo orden. *Revista Mexicana de Investigación en Psicología*, 6 (1), 97-108.
- Tamayo, J., Ribes, E. y Padilla, M.A. (2010). Análisis de la escritura como modalidad lingüística. *Acta Comportamental*, 18(1), 87-106.
- Varela, J. (2013). Acerca de los modos lingüísticos: su definición, su clasificación, y relación con las nociones de espacio y tiempo. *Conductual*, 1(3), 4-21.
- Zabala, A. y Arnau, L. (2007). La enseñanza de las competencias. *Aula de Innovación Educativa*, 161, 40-46.



# IX

## Análisis de la conducta y educación especial: una relación fracturada

*Josué Antonio Camacho Candía,  
Emanuel Meraz Meza, Abril Cortés Zúñiga*  
Laboratorio de Aprendizaje y Desarrollo del Comportamiento  
Universidad Autónoma de Tlaxcala

*Felipe Cabrera*  
Centro de Investigación en Conducta y Cognición Comparada  
Universidad de Guadalajara

### **Resumen**

Se hace un análisis general de la relación que se estableció entre el Análisis Conductual Aplicado (ACA) y la Educación Especial (EE) cuando las técnicas del ACA se aplicaron con éxito en la atención de personas con problemas de conducta, alteraciones del sistema nervioso y alteraciones sensoriales con el objetivo de establecer habilidades adaptativas, sociales y académicas. Se identifica que a pesar de que las técnicas del ACA aún son vigentes y se reportan casos de éxito al emplearlas, su relación con la EE se ha visto debilitada. En el presente trabajo se señalan algunos elementos que generaron tal separación entre el ACA y la EE, entre ellos destacan: las formas de regulación y los modelos de atención por los que ha transitado la Educación Especial, la sobresimplificación

al interpretar los conceptos y procedimientos propuestos desde el ACA, la imprecisión en el establecimiento de programas de reforzamiento, la poca exigencia y claridad al aplicar algunas de las Técnicas de Modificación de Conducta, las críticas provenientes de otras teorías y la imprecisión en la identificación de reforzadores. Se concluye enfatizando la necesidad de que la EE recurra a propuestas de atención basadas en evidencia científica, actualizando sus formas de intervención sin perder su orientación multi e interdisciplinaria.

*Palabras clave:* Análisis Conductual Aplicado, Educación Especial, desarrollo de habilidades.

#### **Abstract**

The relation between Applied Behavior Analysis (ABA) and Special Education (SE) was identified with the purpose of developing adaptive, social and academic abilities. ABA was successfully applied in individuals with behavior disorders, such as dysfunctions at the sensorial and nervous system levels. Despite that ABA is nowadays successfully applied in behavioral disorders, the relationship between ABA and SE has undermined. In this paper some terms have been identified to explain such a divorce between the ABA and SE: The regulation and attention models of SE through time, oversimplification in the interpretation of ABA's concepts and procedures, confusion in the application of behavior-modification techniques, criticism from other theories and the problems in the identification of reinforcements. The conclusions are formulated in terms of pointing out that the SE must use scientific evidence-based practices, without losing its multi-interdisciplinary paradigm.

*Keywords:* Applied Behavior Analysis, Special Education, development of abilities

The learning process is now much better understood.  
Much of what we know has come from studying the behavior of lower organisms,  
but the results hold surprisingly well for human subjects.  
The emphasis in this research has not been on proving or disproving theories  
but on discovering and controlling the variables of which learning is a function.

B. F. Skinner, 1958

### **Introducción**

El presente texto aborda el vínculo históricamente establecido entre el Análisis Conductual Aplicado (ACA) y la Educación Especial mostrando que las técnicas derivadas de hallazgos experimentales sobre el comportamiento obtenidos en el laboratorio, siguen siendo aplicables y eficientes en el tratamiento de individuos con alteraciones conductuales, alteraciones del sistema nervioso central y alteraciones sensoriales, entre otras, esto con el objetivo de establecer habilidades adaptativas, sociales y académicas. A pesar de la utilidad de las técnicas derivadas del Análisis Experimental de la Conducta (AEC) para la solución de problemas propios de la Educación Especial es posible identificar varios factores que han contribuido a debilitar la relación entre estos campos disciplinares. Entre ellos resaltan las reinterpretaciones de los propósitos de la Educación Especial y el frecuente cambio en los modelos adoptados para su atención. El presente trabajo resalta la relevancia de un abordaje inter y multidisciplinar de la Educación Especial así como la importancia de una práctica profesional basada en evidencia científica.

### **Algunas aproximaciones del Análisis Conductual Aplicado y el Análisis Experimental de la Conducta a la Educación Especial**

El Análisis Conductual Aplicado (ACA) es la derivación procedimental de la investigación conductual básica de laboratorio conocida como Análisis Experimental de la Conducta. Este se refiere a un conjunto de

técnicas de modificación de conducta, basadas en principios experimentales que han sido observados y probados en condiciones rigurosas de control en el laboratorio (Bijou, 1978; Michael y Meyerson, 1966/1972; Ribes, 1974; Skinner, 1954). El ACA tiene como propósito principal la manipulación de los estímulos ambientales para ayudar a los individuos a emitir conductas específicas, eficientes y efectivas que son consideradas socialmente funcionales (O'Mea, 2013; Cooper, 1982; Skinner, 1966/1972).

En el caso específico de la Educación Especial el ACA y el AEC han contribuido al incremento, disminución, mantenimiento y desarrollo del comportamiento de individuos con necesidades educativas especiales en tres ámbitos generales: a) programación de conductas básicas individuales; b) la programación de conductas sociales; y c) la programación de conductas académicas.

Revisar el gran número de contribuciones directas o indirectas realizadas desde el ACA y AEC a la educación especial rebasaría el objetivo y el espacio de este trabajo. Por lo tanto, se mencionarán sólo algunos estudios que actualmente pueden considerarse clásicos, por ser pioneros en el campo, destacándose al hacer explícitos sus postulados conductuales y que impactaron el diseño de muchos de los programas de atención a la población de educación especial que se brindaban en el país, como es el caso específico de la Universidad Veracruzana (Jiménez, Viñas, Camacho, et al., 2012).

Uno de los autores que tuvo un serio impacto en la educación especial es sin duda Ivar Lovaas (1977/1984), pionero en el Análisis Conductual Aplicado y fundador del "*Lovaas Institute*" dedicado a la atención de niños con autismo y desórdenes relacionados, que actualmente continúa brindando servicio. Entre sus más importantes aportaciones destacan las primeras demostraciones de una forma efectiva de enseñar a hablar a niños sin repertorio verbal, el establecimiento de reforzadores sociales o secundarios en niños autistas, la implementación de un procedimiento para el desarrollo de la imitación, así como varios estudios para la intervención conductual en comportamientos autolesivos y agresivos. Lovaas (1977/1984) reportó que los niños autistas intervenidos con ACA de manera temprana e intensiva logran mayor

desarrollo conductual y el mantenimiento a largo plazo de sus repertorios en comparación con individuos con intervención tardía; asimismo hizo evidente que una intervención efectiva no necesariamente requiere confinación hospitalaria y puede realizarse en el contexto familiar, resaltando la participación activa de los padres.

Otros autores que han incursionado en el desarrollo de propuestas de atención para niños con autismo son Wolf, Risley y Mees (1966/1972), quienes aplicaron procedimientos de condicionamiento operante al desarrollo del lenguaje, la atención de las ecolalias, el aislamiento y la inactividad (Risley y Wolf, 1966/1972). De igual forma Ferster y DeMyer (1967/1975) mediante la investigación de principios derivados de estudios experimentales con sujetos no humanos, analizaron el efecto de los programas de reforzamiento (v. gr. razón fija) y el control de estímulos (v.gr. disponibilidad señalada de reforzadores) en la modificación del comportamiento perturbado de niños autistas. Dadas las limitaciones del repertorio inicial de los individuos con autismo los autores se enfocaron en desarrollar procedimientos de secuenciación y ampliación del rango conductual existente para lograr repertorios terminales más complejos. Entre otras cosas, son reconocidos como pioneros en la investigación farmacológica conductual básica y aplicada para el tratamiento del autismo, generando un trabajo interdisciplinario memorable.

Por otro lado, autores como Kazdin (1975/1978) y Ferster y Perrott (1968/1974) contribuyeron a facilitar la comprensión y aplicación de las Técnicas de Modificación de Conducta a un público no especializado en ambientes distintos, como hospitales, escuelas, centros de asistencia, entre otros. Detallaron tópicos que pocas veces eran discutidos en el campo, como la elaboración de una metodología para la evaluación en el trabajo aplicado, técnicas para desarrollar el mantenimiento de respuesta y la transferencia de entrenamiento e incluso temas éticos. Incluyeron seriamente la participación de los padres, cónyuges, profesores y compañeros en el tratamiento conductual de pacientes, delincuentes, niños, estudiantes, entre otros.

Donald M. Baer, es otro de los autores que aplicaron los principios del AEC obtenidos en el laboratorio al tratamiento de diversos problemas relacionados con la educación especial, por ejemplo, para

la ruptura de hábitos, el control de la imitación generalizada a través del reforzamiento social (empleando un títere como instrumento), la relación entre los procedimientos de condicionamiento operante y el desarrollo del niño, entre otros (Bijou y Baer, 1967/1975; Baer y Sherman, 1967/1975; Harris, Wolf y Baer 1967/1975).

Un claro ejemplo de la contribución del AEC a la educación especial es la aplicación del principio de Premack (1959). El principio dice que si la conducta B aparece con más frecuencia que la conducta A, es posible aumentar la probabilidad de la conducta A, haciendo que B aparezca en forma contingente con la conducta A. De hecho Premack, quién inició sus estudios con primates, ha participado en algunos trabajos con niños con autismo utilizando el reforzamiento para la modificación de conducta y el desempeño exitoso en cierto tipos de pruebas (Peterson, Slaughter, Peterson y Premack, 2013). Al respecto Home, DeBaca, Devine, Steinhorst y Rickert (1966/1972) reportaron que la aplicación del principio de Premack tiene un valor práctico excepcional en la regulación de la conducta disruptiva en las aulas al lograr establecer conductas de baja frecuencia (*v. gr.* sentarse y guardar silencio) cuando se hacen contingentes a conductas de alta frecuencia (*v. gr.* correr y gritar).

Uno de los procesos conductuales que ha derivado gran cantidad de investigación tanto básica como aplicada ha sido el de “control del estímulo” (Terrace, 1963) o las funciones empíricas de “generalización” o “discriminación” (Skinner, 1938). El control del estímulo se refiere a la medida en que el valor de un estímulo antecedente determina la probabilidad de ocurrencia de una respuesta condicionada, mientras mayor sea el grado de cambio de probabilidad de la respuesta mayor será el grado de control del estímulo. En el estudio de este proceso en el ámbito aplicado resalta Sidney W. Bijou (Orlando y Bijou, 1967/1975), quién identificó que uno de los procesos básicos en el desarrollo infantil es la discriminación. Le dio un carácter de “principio y concepto básico” en el desarrollo, resultante del uso selectivo de contingencias de reforzamiento. El autor buscó establecer respuestas discriminativas en personas con retardo mental (hoy identificadas como con discapacidad intelectual) utilizando distintos programas de reforzamiento (Ferster y

Skinner, 1957). Bijou logró el establecimiento de respuestas discriminativas en personas con escaso desarrollo del lenguaje y con altos problemas adaptativos y de autosuficiencia, favoreciendo con ello la forma de interacción del individuo con su medio, acorde a la forma en la que se espera que reaccionen las personas ante situaciones distintas. El aprendizaje discriminativo, continúa fomentándose como estrategia de atención para el establecimiento de repertorios básicos principalmente en los casos con menor desarrollo del lenguaje, casos atendidos ampliamente por la educación especial (Camacho, Cabrera y Rojas, 2015; DeQuinzio y Taylor, 2015; Kodak, Clements, Paden, LeBlanc, et al., 2015; Guevara, Ortega y Plancarte, 2008; Galindo et al., 1990).

Moore y Goldiamond (1967/1975) también consideraron a la discriminación como una conducta básica del niño y se interesaron en ella como medio para favorecer conductas complejas. Con la aplicación de técnicas derivadas de investigaciones con animales estudiaron la discriminación de los niños ante diversas tareas y en distintas edades. Utilizaron el principio de discriminación sin errores en el aprendizaje de discriminaciones visuales con niños preescolares. El método empleado para entrenar una discriminación sin errores fue introducido por Terrace (1963) resultado, precisamente de estudios con pichones. Consiste en entrenar una discriminación correcta desde el inicio, abreviando el proceso de extinción que tiene lugar en presencia del estímulo incorrecto, en otras palabras disminuyendo la frecuencia de los errores durante el aprendizaje. Se basa en la presentación del estímulo “incorrecto” (o estímulo delta) gradualmente y por un lapso tan breve que el organismo no puede responder ante él.

Respecto a la promoción de conductas sociales se reportaron trabajos en los que utilizando procedimientos de instigación y moldeamiento han logrado desarrollar conductas cooperativas en niños en edad preescolar, utilizando por ejemplo, la atención de un adulto como reforzador (Hart, Reynolds, Baer, Brawley y Harris, 1978). También se ha trabajado para incrementar la conducta de juego (Buell, Stoddard, Harris y Baer, 1978) y disminuir la conducta agresiva bajo procedimientos de extinción (proceso ampliamente abordado en el laboratorio con distintas especies animales), fortaleciendo la interacción entre compañeros

también en edad preescolar (Pinkston, Reese, LeBlank y Baer, 1978). Asimismo se ha abordado el entrenamiento de habilidades sociales en niños con retardo en el desarrollo, bajo la premisa de que éstas se relacionan con las deficiencias lingüísticas (Ghezzi y Bijou, 1994) y la continuidad social desde el punto de vista interconductual (Wahler, 1994).

Wehman (1977) también desde una perspectiva conductual publicó cómo desarrollar habilidades sociales en personas entonces identificadas con retardo mental (actualmente discapacidad intelectual) y desórdenes relacionados. Específicamente se interesó en el juego, como actividad que, entre otras cosas, tiene efectos positivos en la conducta adaptativa, en el desarrollo del lenguaje y de habilidades motoras gruesas y finas.

Por supuesto en el desarrollo de conductas académicas también se ha demostrado la utilidad de los principios del condicionamiento operante. Una de las TMC ampliamente utilizadas en el ámbito escolar, con muchas variantes e instrumentos, ha sido la llamada “Economía de Fichas”. Esta técnica para promover y reforzar las emisiones de conductas socialmente deseables, consiste en que posterior a la emisión de algún tipo de comportamiento particular, se administre contingentemente un objeto (una ficha) que por sí mismo no tiene ningún valor reforzante, pero que lo adquiere por la posibilidad de ser intercambiado por otro objeto, condición o circunstancia que sí tiene valor (reforzante) para el individuo. El uso de esta técnica es común por su versatilidad pues es posible variar sus modalidades de acuerdo al nivel educativo que corresponda. Aunque la administración de premios, recompensas o reconocimientos por un trabajo realizado o por una “buena conducta” se ha criticado debido a que se considera que hace al comportamiento dependiente de aquellos, existen varios procedimientos diseñados para facilitar que la conducta deseable se mantenga aun cuando los reforzadores se retiran (Kazdin, 1975/1978). Asimismo, debe resaltarse la diferencia entre “dar recompensas” o regalos a los niños por sus logros y administrar fichas mediante una lógica de reforzamiento, de forma sistemática y rigurosa con criterios claros de comportamiento e invariables hasta que se observan cambios en la conducta.

O'Leary y Drabman (1978), Dalton, Rubino y Hislop (1978) utilizaron la economía de fichas con un grupo de niños con síndrome de Down para comparar el nivel de aprovechamiento en las áreas de aritmética y lenguaje a diferencia de cuando no se utilizan las fichas. Sus resultados mostraron que la ejecución de los niños con síndrome de Down puede incrementarse cuando la enseñanza se apoya en un sistema de economía de fichas tanto en términos del total de preguntas aprobadas, como en el total de pruebas aprobadas. Aunque en el área de lenguaje el desempeño fue similar para los niños independientemente del uso de la economía de fichas.

Ulrich, Stachnik y Mabry (1966/1972) logran una compilación muy vasta sobre el control de la conducta humana, donde incluyen la modificación de conducta en los ambientes educativos. En esta obra, autores como James C. Holland vinculan de manera clara los principios descubiertos en el laboratorio con la práctica educativa, concretamente al señalar que las llamadas “máquinas de enseñanza” eran uno de los más importantes desarrollos de la nueva tecnología de la educación iniciada por Skinner (1958). Estas máquinas constituyen un claro ejemplo de la aplicación en un ámbito educativo, de principios explorados en el laboratorio (Escobar, 2013). Holland (1966/1972), señala que en dichas máquinas de enseñanza se presentaban a pasos graduales una serie de distintos problemas otorgando reforzamiento a las respuestas correctas. Aunque las máquinas podían ser mejores (y lo fueron), reestructurarse y modificarse tecnológicamente, lo verdaderamente importante es que la lógica del reforzamiento no cambió por dicha actualización tecnológica sino por los nuevos descubrimientos en el laboratorio.

Fox (1966/1972) aborda el tema del establecimiento de hábitos como una parte importante y poco atendida en las escuelas. El autor señala que son los estudiantes quienes disponen el nivel educativo de una institución, mediante su capacidad de autoformarse, independientemente de la brillantez académica de sus profesores. Relaciona la conducta de estudiar con el control de estímulos, señalando por ejemplo que el estudiar en distintos horarios y en distintos espacios da lugar a que conductas previamente condicionadas por situaciones distintas al estudio interfieran con éste. Con esta base y siguiendo un programa

denominado EPL2R (examine, pregunte, lea, repita y revise) describe cómo utilizar los principios del AEC en un ámbito educativo.

Holt (1978), utilizó las contingencias de reforzamiento (Skinner, 1969), para incrementar la participación en las tareas de lectura y matemáticas en niños de primaria utilizando un arreglo bajo los criterios de la instrucción programada. Sus resultados indican que la lectura y las matemáticas programadas bajo las contingencias de reforzamiento tienen como resultado mayores tasas de respuesta en ambas áreas, que sin ayuda de dichas contingencias.

Hasta aquí, se pueden ver algunos ejemplos de cómo se han relacionado los hallazgos del laboratorio surgidos de la experimentación con distintas especies animales, con algunas situaciones y problemáticas pertinentes a la Educación Especial. Más que reseñar el recorrido histórico de la relación entre el AEC y las alteraciones de la conducta, los problemas sociales y académicos, se buscó dar una muestra de las problemáticas abordadas con fundamento científico, su relación con la experimentación básica y su cercanía con los principios del condicionamiento operante. Mientras estas problemáticas no dejen de presentarse en los casos atendidos desde la Educación Especial, debería ser consistente el tratamiento, ya que la actualización de una forma de atención debe variar no por modas o tendencias pedagógicas, políticas o administrativas, sino por los resultados que ésta arroja y por los nuevos descubrimientos revelados en los laboratorios.

Miguel Ángel Verdugo, quien es una referencia importante en el campo de la Educación Especial a nivel internacional, en su libro dedicado a la adaptación social y los problemas de comportamiento de personas con Discapacidad Intelectual nos dice que “...*el enfoque centrado en la persona, combinado con la modificación de conducta, nos explica que toda conducta se da en un contexto determinado, es el resultado de unas experiencias de vida y, por tanto, es aprendida. Que una conducta se aprenda lleva implícito el que se pueda modificar*” (Verdugo y Gutiérrez, 2009, p.137). Esta postura es un claro ejemplo de la presencia actual de estrategias derivadas del ACA y el AEC empleadas en situaciones o casos propios de la Educación Especial. Verdugo y Gutiérrez (2009) trabajando sobre los problemas de comportamiento en personas con

discapacidad intelectual, hacen una distinción entre los factores biológicos (síndrome de Lesch-Nyhan, síndrome de Cornelia de Lange, convulsiones en el lóbulo frontal, entre otros) y los factores conductuales (reforzamiento social positivo y negativo) como causas de ciertas conductas autolesivas. Recomiendan como procedimientos para la atención de dichos problemas al reforzamiento positivo y negativo, la aplicación del método de las aproximaciones sucesivas, el modelamiento, el reforzamiento de conductas incompatibles y de conductas alternativas, el control de estímulos y el control instruccional. Defienden el empleo de programas de intervalo y razón fija y variable, incluso para la atención de ciertos tipos de estereotipias, agresividad y conducta sexual inapropiada (como el exhibicionismo, fetichismo, masturbación en público).

A pesar de que se ha comprobado la efectividad y vigencia de las técnicas derivadas de AEC para el tratamiento de problemas de Educación Especial, la dinámica profesional actual ha generado poca aceptación explícita de tales procedimientos. Varios han sido los factores que han contribuido a la desvinculación entre las técnicas de modificación de conducta y la Educación Especial, entre ellos podemos mencionar la forma ambigua y la sobresimplificación al interpretar los conceptos clave del AEC por parte de algunos profesionales, la imprecisión en el establecimiento de programas de reforzamiento, la poca exigencia y claridad al aplicar alguna de las denominadas Técnicas de Modificación de Conducta (TMC; Wolf, Risley y Mees, 1966/1972) y por supuesto, las críticas provenientes de otras teorías con supuestos ontológicos y epistemológicos inconmensurables (Kuhn, 1962/2006). A continuación se revisan brevemente cada uno de estos aspectos.

A pesar de que el AEC ha planteado principios que muestran la estrecha relación entre la conducta y sus consecuencias, las prácticas profesionales de aplicación de dichos principios han tendido a simplificar el análisis de la conducta. Skinner (1975) menciona que existen prácticas que no son fieles a la manipulación de las variables que controlan la conducta. Por ejemplo, en vez de exponer al individuo a un grupo de contingencias, éstas son simplemente descritas en términos de instrucciones y las consecuencias son aplicadas en forma de promesas

o amenazas. Explicarle a un individuo la forma en que debe responder ante determinada situación no es comparable a establecer un programa estricto de moldeamiento de la respuesta requerida y su mantenimiento a través de reforzamiento. Skinner (1975) sostiene que “no hay razón para que una descripción de las contingencias de reforzamiento deba tener el mismo efecto que la exposición a esas contingencias (...) en vez de poner la conducta bajo el control de un estímulo discriminativo se le dice al sujeto que se comporte como si la discriminación ya se hubiese establecido” (p. 38).

Para el AEC el reforzamiento no es sólo contingente a la ocurrencia de una respuesta sino también a rasgos especiales de su topografía, a la presencia de un estímulo previo, a los sistemas programados por el investigador, entre otras cosas. Antes de empezar cualquier programa con contingencias de reforzamiento es necesario considerar áreas tradicionales de la motivación y la emoción a fin de determinar qué aspecto es reforzante y bajo qué condiciones. En la práctica es frecuente dar por hecho que determinada consecuencia tiene un valor reforzante en sí mismo, igual para todos los individuos y vigente en todas las situaciones. La imprecisión en el establecimiento de programas de reforzamiento es uno de los errores más comunes y más graves cuando de aplicar técnicas conductuales efectivas se trata.

Es común denostar a las técnicas de modificación de la conducta por ser el resultado de una escuela de pensamiento que ontológica y epistemológicamente se aleja de las nociones del lenguaje ordinario tradicionales para explicar el comportamiento (*v.gr.*: mente, pensamiento, consciencia). Ahondar en dicho tema sobrepasa los objetivos del presente trabajo, sin embargo, debe ser claro para el lector que la eficacia de los procedimientos conductuales para el desarrollo y modificación de conducta es independiente de la interpretación teórica de sus fundamentos, es decir “por sí mismas [las técnicas de modificación de conducta], no constituyen extensiones directas de ninguna teoría” (Ribes, 2012). Si bien, partimos de la idea de que la Educación Especial es una disciplina centrada en la resolución de problemas, en la que la intervención activa y los procedimientos prácticos deben resultar en soluciones educativas eficaces, el único indicador de calidad y/o eficiencia

de un procedimiento debe ser que éste constituya una práctica basada en evidencia empírica confiable.

Además de los factores previamente mencionados, porque entre otras cosas, el modelo vigente en la educación especial es el inclusivo, no el rehabilitatorio o clínico, la teoría general que se adopta (o que se “sugiere” adoptar a los profesionales de la educación especial) es la constructivista y los principales problemas que se atienden son los académicos, no los de conducta. Sin embargo, se plantea que si la educación especial no se alimenta consistentemente de principios científicos para el abordaje de sus problemáticas corre el riesgo de poner en duda sus estrategias de atención y su futuro como profesión científica multi e interdisciplinaria (Acle-Tomasini, 2010; Ortega y Plancarte, 2010).

A pesar de que sobreviven algunos programas de atención claramente conductuales (como el TEACCH aplicado en el autismo) reconocidos y aceptados entre las estrategias de atención de la educación especial, han sido las teorías constructivistas las que sustituyen a las conductuales, al menos en los argumentos que justifican sus acciones. Aunque en algunos casos, en la práctica se continúen utilizando “reforzadores” y TMC, se argumentan bajo supuestos distintos al del AEC (generalmente cognitivos). Este fenómeno merece atención, ya que representa una forma artificial para cuestionar la utilidad de una teoría y un camino para caer en un eclecticismo inútil. La educación especial parece no actualizar sus bases teóricas en relación con la gran diversidad de problemas que atiende, sino cambiar de fundamento teórico o de modelo regulador (pasando por el asistencial, médico, pedagógico, social e inclusivo) pretendiendo con esto actualizar (léase seguir tendencias) sus formas de intervención (SEP, 2010).

Dada la amplia gama de situaciones que se abordan en la educación especial (que van desde problemas de aprendizaje, pasando por la atención a la discapacidad, hasta llegar a la atención de las personas con aptitudes sobresalientes y la inclusión educativa y social) resultaría exagerado suponer que el ACA y el AEC puede relacionarse con toda la diversidad de problemas de los que se ocupa la educación especial. Sin embargo, se sigue trabajando en el desarrollo de formas de aplicación de los supuestos conductuales con la educación especial (*v. gr.* Cabrera,

en prensa; Cannella-Malone, Sabielny y Tullis, 2015; Kodak, Argott y Kisamore, 2015; Kahng, Hausman, Fisher, et al., 2015; O'Mea, 2013; Ribes, 2012; Chumacero, Camacho e Irigoyen, 2010; Pulido, Hernández, Peña, Ponce y Rebolledo, 2010; Ortega y Plancarte, 2010; McIlvane, 2009; Arroyo y Mares, 2009; Hernández, Bazán y Corral, 2009; Alós, Lora y Moriana, 2008; López y Guevara, 2008; Guevara, Mares, Rueda, et al., 2005; Mares, Guevara, Rueda, Rivas, y Rocha, 2004; Serna, 2004; Rubio y Santoyo, 2004; Ayala, Chaparro, Fulgencio, et al., 2001; Galindo, Bernal, Hinojosa, et al., 1990).

### **Los modelos de atención y los propósitos de la educación especial**

Las técnicas y propuestas de atención a los casos de personas con algún tipo de alteración o retardo en el desarrollo descritas previamente, tomaron auge a la par del surgimiento de la institucionalización de la educación especial. Los siglos XVIII y XIX fueron los más importantes en el establecimiento inicial de instituciones y normas políticas dirigidas a las personas con discapacidad (previamente identificados como minusválidos). Inicialmente en los casos de personas con alguna alteración física, sensorial o mental, se buscaba únicamente la asistencia personal pues se consideraba que tal condición era generalmente irreversible o muy difícil de superarse. Con el establecimiento de instituciones dedicadas a la atención de tales alteraciones, el modelo de atención pasó de ser asistencial a ser rehabilitatorio, es decir, se buscaba que la persona con algún déficit desarrollara un comportamiento lo más parecido a aquellas que no lo tenían. Por ejemplo, si una persona no hablaba, el trabajo del profesional que lo atendía (generalmente con alguna orientación médica) se enfocaba en el desarrollo del habla, si no controlaba esfínteres se le debía enseñar a ello, si tenía niveles de lectura por debajo de la media, se buscaba el desempeño más cercano a ésta. Todo lo anterior implicaba conocimientos sobre el comportamiento y sus formas de alterarlo (SEP, 2010).

La entonces naciente ciencia de la conducta era una de las fuentes más sólidas que mostraba resultados evidentes. Sin embargo, el modelo

rehabilitatorio pronto fue criticado porque se basaba principalmente en un modelo médico y no en uno pedagógico. Desafortunadamente el modelo rehabilitatorio adquirió connotaciones negativas al referir a las personas como enfermas y recurrir con exageración a los diagnósticos y a las denominaciones de tipo clínico para describir tanto sus condiciones biológicas como las educativas y sociales. Se puede mencionar como ejemplo el caso del Síndrome de Down, descrito en 1866 por el médico inglés Langdon Down y las iniciativas como la de Claparède, quien en 1904 en colaboración con el neurólogo Francois Naville se dedicaron a la selección y clasificación de alumnos destinados a clases especiales mediante una orientación médico-pedagógica (Sánchez-Palomino y Torres, 1997).

En consecuencia, el modelo rehabilitatorio fue sustituido por un modelo pedagógico que buscaba enfocarse al desarrollo de habilidades académicas, dejando así de enfocarse en el alumno para centrarse en el proceso educativo. El informe Warnock (1978) es considerado pionero en la reconceptualización de la educación especial en lo referente a la transición de lo rehabilitatorio a lo pedagógico. A partir de dicho informe se hace general la idea de que ningún niño es ineducable y que la educación es para todos. Se empieza a hablar de Necesidades Educativas Especiales (NEE) en la Educación Especial. Las NEE tal como se plantearon en el informe Warnock se referían a las características o arreglos específicos que se requieren para que un alumno pudiera tener acceso a los contenidos académicos; sin embargo, pronto este planteamiento fue alterado en la práctica, y las NEE se situaron en el alumno y no en el sistema educativo (SEP, 2010; Torres, 2010).

El modelo rehabilitatorio seguía vigente de manera implícita gracias a las confusiones conceptuales y terminológicas que se generaron por una ambigua interpretación referente a las NEE, así la atención pasó de ser aislada a estar dentro de las instituciones educativas. Lo anterior exigía a los docentes que carecían de una formación y de recursos institucionales una doble tarea: la atención individual que abarcara el déficit del niño y adicionalmente un acercamiento a los contenidos curriculares del nivel educativo en el que se encontrara el niño. El modelo rehabilitatorio se mantuvo vigente adicionalmente por el tipo de po-

blación que se atendía desde la educación especial. En la población de mayor afectación en el desarrollo, las propuestas de que no hay persona ineducable y de que la educación es para todos son más fáciles de enunciar que de implementar. Sobre todo si la definición de “educación” se restringe a la mera institucionalización, eliminando cualquier posibilidad educativa que no implique la asistencia a la escuela y el acceso a los contenidos curriculares.

Generalmente en los casos más drásticos dentro de la educación especial, la transición entre niveles educativos que cumpla con un acceso real a los contenidos curriculares es verdaderamente complicada. Si no se toma en cuenta el desarrollo del lenguaje o su pronóstico evolutivo, las personas con lenguaje seriamente limitado no podrán acceder a contenidos abstractos que son requeridos conforme avanza el nivel escolar. De eliminarse por completo aspectos que poseía el modelo rehabilitatorio, la asistencia escolar se volvería un asunto de “estar en la escuela” sin acceder de manera real al contenido curricular. Éste, es uno de los riesgos más importantes en el que puede caer el actual modelo inclusivo social. Éste promueve la participación activa de todas las personas, sin importar sus características físicas, culturales, étnicas, entre otras, ya no sólo en la escuela, sino también en todas las esferas de la sociedad, incluido el campo laboral, recreativo, educativo y cultural. Sin embargo, nuevamente se ignora el desarrollo del lenguaje como medio para poder interactuar efectivamente en muchas de las situaciones mencionadas (Torres, 2010).

El desarrollo de la autonomía, de la autosuficiencia y el autocuidado deberían seguir siendo prioritarios en la educación de una persona, antes de intentar insertarla social, laboral y académicamente. De lo contrario se corre el riesgo de una simulación de inclusión cuando el individuo no es capaz de interactuar satisfactoriamente consigo mismo, con el medio, con los objetos y con las personas que le rodean (Camacho, 2013).

La regulación que tiene la educación especial por parte de la Secretaría de Educación Pública complica aún más la libertad de acción y de propuestas atencionales de las necesidades reales de las personas. En México, la educación especial se describe en el artículo 41 de la Ley

de Educación refiriéndose tanto a las personas con discapacidad como con aptitudes sobresalientes. Se enfatiza como un servicio complementario de la educación regular que debe ajustarse (entre otras estrategias mediante adecuaciones curriculares) a los criterios y características de la educación regular. Sin perder de vista esta regulación oficial, es necesario que los profesionales de la educación especial reconozcan el carácter científico, multidimensional y multiparadigmático de la disciplina, donde convergen diferentes disciplinas y por lo tanto se hacen necesarios distintos tipos de conocimiento que no pueden ser cambiados por modas o tendencias políticas, sino por el desarrollo científico y tecnológico que se relacione con las problemáticas que se atienden (Acle-Tomasini, 2010, 2011; Romano, 2010, 2015).

Centrándose en la regulación oficial, la educación especial transitó tanto de modelo atencional como de modelo teórico. Ambos cambios implicaron que se trate de dar solución a todas las problemáticas que se atienden desde la educación especial, con un sólo enfoque y modelo, los cuales, a pesar del desarrollo avanzado que puedan tener, no pueden dar cuenta de todos los fenómenos implicados en los problemas adaptativos, sociales y académicos. Ninguna ciencia explica todo en el mundo. Tampoco existe alguna ciencia que pueda explicar todas las formas que un mismo fenómeno puede tomar. Existen distintos niveles de análisis (Medicus, 2005) de un mismo fenómeno y no podemos quedarnos siempre en el mismo nivel cuando las necesidades de atención de un individuo o un grupo de individuos, son diversas. A pesar de ello, ésta parece ser la estrategia de la educación especial, al desechar un modelo teórico a partir de un cambio administrativo-político y no a partir de las necesidades de la población que atiende. Así, los modelos biológicos, psicológicos (entre los que se cuentan los conductuales, cognoscitivos y constructivistas) y sociales han sido los principales que han transitado por la educación especial, sin que se dé una auténtica y fructífera relación multidisciplinar entre ellos, sino más bien una competencia por abarcar y ser la base principal de la atención.

## **Conclusiones**

Dada la gran variedad de problemas que se abordan dentro de la educación especial, sus apoyos disciplinares no deberían ser una cuestión de “todo o nada”. Siempre que la educación especial busque en un solo modelo de atención o en una sola ciencia específica la solución global de todos sus problemas, fracasará. No necesariamente porque el modelo sea inadecuado o porque la teoría de ésta disciplina esté incompleta, sino porque el nivel explicativo de cada ciencia se limita a determinado nivel de observación del fenómeno propio de su objeto de estudio. Pueden existir problemas que dada su simplicidad sean abordados de manera suficiente desde una única perspectiva disciplinar; sin embargo, muchos otros pueden comprender la incidencia de múltiples factores y por lo tanto debieran ser abordados desde el trabajo multidisciplinar. Por ejemplo, al existir una alteración cerebral irreversible que limite las formas de comportamiento social, se pueden emplear TMC para desarrollar este tipo de comportamiento, pero si la condición cerebral es modificable, entonces los esfuerzos primeros se deben centrar en la recuperación de funciones neuronales, para posteriormente desarrollar repertorios conductuales.

Si se trata de problemas académicos como los de lectura, escritura y aprendizaje de las matemáticas, generalmente no se presume una condición neuronal como factor determinante de dichos problemas y se asume que es más una cuestión de formas de interacción entre el docente y sus alumnos, de arreglos contextuales que favorezcan el aprendizaje, de niveles de complejidad progresivos que organicen la secuenciación de aprendizajes y de la participación de los padres en el desarrollo de hábitos de estudio.

Cuando hablamos de problemas sociales, de interacción o comunicación, puede haber un sustrato neural que afecte las formas de relación y expresión de emociones (como las alteraciones de la corteza prefrontal), que debe ser atendido por los especialistas. Es precisamente en este tipo de situaciones donde la participación multi e interdisciplinaria se hace importante, ya que a la vez que se atiende o favorece el

desarrollo cerebral, se pueden implementar estrategias sistematizadas para el desarrollo y la regulación de ciertas pautas de comportamiento.

El ser humano es complejo dada la diversidad de factores biológicos, sociales, culturales, lingüísticos, económicos, políticos, familiares y personales que le afectan en su comportamiento, aprendizaje y desarrollo social. Científicamente cada uno de los tópicos anteriores no puede ser abordado por una sola ciencia, se requieren de distintas aproximaciones científicas para cada una de ellas. La Educación Especial debe acercarse a todas aquellas que sean necesarias para la comprensión, atención y estudio de las problemáticas que atiende, diferenciando la utilidad y relación de cada una de ellas con una problemática particular, evitando las relaciones causales lineales y los determinismos biológicos como la única explicación posible.

## **Referencias**

- Acle-Tomasini, G. (2010). Prácticas basadas en evidencia científica: asignatura pendiente en educación especial. *Revista Mexicana de Psicología educativa*, 01, 01, 13-20.
- Acle-Tomasini, G. (2011). ¿Por qué la educación especial es especial? *Integra2, Revista Electrónica de Educación Especial y Familia*, 02, 02, 05-18.
- Alós, F. J., Lora, M. y Moriana, J. A. (2008). Transferencia en el aprendizaje de conducta verbal. Diseño de caso único para un joven con comportamientos autistas. *Acta Comportamentalia*, 16, 2, 261-268.
- Arroyo, R., y Mares, G. (2009). Efectos del tipo funcional de entrenamiento sobre el ajuste lector. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 35, 1, 19-35.
- Ayala, H., Chaparro, A., Fulgencio, M., Pedroza, F., Morales, S., Pacheco, A., Mendoza, B., Ortíz, A., Vargas, E. y Barragán, N. (2001). Tratamiento de agresión infantil: desarrollo y evaluación de programas de intervención conductual multi-agente. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 27, 1, 01-34.
- Baer, D. M. y Sherman, J. A. (1975). El control de la imitación generalizada en los niños a través del reforzamiento. En S. W. Bijou y D. M. Baer (Coords.). *Psicología del desarrollo infantil, lecturas en el análisis experimental* (p. 72-85). México: Trillas (Obra original publicada en 1967).

- Bijou, S. W. (1978). Lo que la psicología puede ofrecer hoy a la educación. En S. Bijou y E. Rayek (Coords.). *Análisis conductual aplicado a la instrucción* (p. 19-30). México: Trillas.
- Bijou, S. W. y Baer, D. M. (1975). Métodos operantes en la conducta y el desarrollo del niño. En S. W. Bijou y D. M. Baer (Coords.). *Psicología del desarrollo infantil, lecturas en el análisis experimental* (p. 316-380). México: Trillas (Obra original publicada en 1967).
- Buell, J., Stoddard, P., Harris, F. R. y Baer, D. M. (1978). El desarrollo social colateral que acompaña al reforzamiento de la conducta de juego al aire libre, en una niña de edad preescolar. En S. Bijou y E. Rayek (Coords.). *Análisis conductual aplicado a la instrucción* (p. 162-173). México: Trillas.
- Cabrera, F. (En prensa). De la investigación básica del comportamiento a la educación especial. En J. A. Camacho, J. Guzmán, C. B. Mendoza y A. Saldivar (Coords.). *Educación Especial, de la atención básica a la inclusión educativa y social*. México: Universidad Autónoma de Tlaxcala.
- Camacho, J. A. (2013). La deuda pendiente de la educación especial. *Integra2, Revista Electrónica de Educación Especial y Familia*, 4, 2, 25-33.
- Camacho, J. A., Cabrera, F. y Rojas, M. (2015). Control del estímulo y modificación de patrones de comportamiento en la educación especial. En J. A. Camacho, M. L. Almanza y R. A. Romero (Coords.), *Neurociencia y Educación Especial, conceptos, procesos y principios básicos* (p. 219-246). México: Universidad de Guadalajara-Universidad Autónoma de Tlaxcala.
- Cannella-Malone, H. I., Sabielny, L.M., y Tullis, C. A. (2015). Using eye gaze to identify reinforcers for individuals with severe multiple disabilities. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 48, 3, 1-5.
- Chumacero, N., Camacho, J. A. e Irigoyen, J. J. (2010). La enseñanza inicial de lectura dentro del aula regular: niveles de desempeño funcional que se promueven en niños que presentan dificultades para su adquisición. *Integra2, Revista Electrónica de Educación Especial y Familia*, 01, 01, 25-47.
- Cooper, J.O. (1982). Applied behavior analysis in education. *Theory into Practice*, 21, 2, 114-118.
- Dalton, A. J., Rubino, C. A. y Hislop, M. W. (1978). Algunos efectos de las recompensas con fichas, con respecto al aprovechamiento escolar, en niños con síndrome de down. En S. Bijou y E. Rayek (Coords.). *Análisis conductual aplicado a la instrucción* (p. 422-436). México: Trillas.
- DeQuinzio, J. A. y Taylor (2015). Teaching children with autism to discriminate the reinforced and nonreinforced responses of others: implications for observational learning. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 48, 1, 38-52.

- Escobar, R. (2013). Máquinas, programas y enciclopedias: ¿qué aprendimos de las máquinas de enseñanza de Tmi-Grolier? En J. J. Irigoyen, F. Cabrera, M. Y. Jiménez, H. Martínez y K. F. Acuña (Coords.). *Estudios sobre comportamiento y aplicaciones, Vol. III* (p. 11-45). México: Qartuppi.
- Ferster, C. B. y DeMyer, M. K. (1975). Un método para el análisis experimental de la conducta de niños autistas. En S. W. Bijou y D. M. Baer (Coords.). *Psicología del desarrollo infantil, lecturas en el análisis experimental* (p. 161-172). México: Trillas (Obra original publicada en 1967).
- Ferster, C. B. y Perrott, M. C. (1974). *Principios de la conducta*. México: Trillas (Obra original publicada en 1968).
- Ferster, C. B. y Skinner, B. F. (1957). *Schedules of reinforcement*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Fox, L. (1972). El establecimiento de hábitos de estudio eficientes. En R. Ulrich, T. Stachnik y J. Mabry (Coords.). *Control de la conducta humana* (p. 157-169). México: Trillas (Obra original publicada en 1966).
- Galindo, E., Bernal, T., Hinojosa, G., Glaguera, M. I., Taracena, E. y Padilla, F. (1990). *Modificación de conducta en la educación especial, diagnóstico y programas*. México: Trillas.
- Ghezzi, P. M. y Bijou, S. W. (1994). El entrenamiento de habilidades sociales en niños solitarios medianamente retardados. En L. J. Hayes, E. Ribes y F. López (Coords.). *Psicología Interconductual, contribuciones en honor a J. R. Kantor* (91-110). México: Universidad de Guadalajara.
- Guevara, Y., Mares, G., Rueda, E., Rivas, O., Sánchez, B. y Rocha, H. (2005). Niveles de interacción que se propician en alumnos de educación primaria durante la enseñanza de la materia español. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 31, 1, 23-45.
- Guevara, Y., Ortega, P. y Plancarte, P. (2008). *Psicología Conductual, avances en educación especial*. México: UNAM.
- Harris, F. R., Wolf, M. M. y Baer, D. M. (1975). Los efectos del reforzamiento social de los adultos sobre la conducta del niño. En S. W. Bijou y D. M. Baer (Coords.). *Psicología del desarrollo infantil, lecturas en el análisis experimental* (p. 147-159). México: Trillas (Obra original publicada en 1967).
- Hart, B. M., Reynolds, J., Baer, D. M., Brawley, E. R. y Harris, F. R. (1978). Los efectos del reforzamiento social contingente y del no contingente sobre el juego cooperativo de una niña en edad preescolar. En S. Bijou y E. Rayek (Coords.). *Análisis conductual aplicado a la instrucción* (p. 154-161). México: Trillas.

- Hernández, B., Bazán, A. y Corral, V. (2009). Análisis de características morfológicas y funcionales de competencias de lectura y escritura en niños de primaria. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 35, 1, 37-57.
- Holland, J. G. (1972). Las máquinas de enseñanza: una aplicación de los principios descubiertos en el laboratorio. En R. Ulrich, T. Stachnik y J. Mabry (Coords.). *Control de la conducta humana* (p. 141-156). México: Trillas (Obra original publicada en 1966).
- Holt, G. L. (1978). El efecto de las contingencias de reforzamiento en el incremento de las conductas programadas de lectura y matemáticas en niños de primer año. En S. Bijou y E. Rayek (Coords.). *Análisis conductual aplicado a la instrucción* (p. 301-309). México: Trillas.
- Home, L. E., DeBaca, P. C., Devine, J. V., Steinhurst, R. y Rickert, E. J. (1972). El uso del principio de Premack para controlar la conducta de los párvulos. En R. Ulrich, T. Stachnik y J. Mabry (Coords.). *Control de la conducta humana* (p. 174-175). México: Trillas (Obra original publicada en 1966).
- Jiménez, R., Viñas, S., Camacho, J. A., Gómez, D., Zepeta, E. y Serrano, M. (2012). *Educación Especial y Psicología, historia, aportaciones y prospectiva universitaria*. México: Universidad Autónoma de Tlaxcala.
- Kahng, S. W., Hausman, N. L., Fisher, A. B., Donaldson, J. M., Cox, J. R., Lugo, M. y Wiskow, K. M. (2015). The safety of functional analysis of self-injurious behavior. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 48, 1, 107-114.
- Kazdin, A. E. (1978). Modificación de la conducta y sus aplicaciones prácticas. México: Trillas (Obra original publicada en 1975).
- Kodak, T. M., Argott, P. J. y Kisamore, A. N. (2015). A comparison of differential reinforcement procedures with children with autism. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 48, 4, 1-6.
- Kodak, T. M., Clements, A., Paden, A. R., LeBlanc, B., Mintz, J., y Toussaint, K. A. (2015). Examination of the relation between and assessment of skills and performance on auditory-visual conditional discriminations for children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 48, 1, 52-70.
- Kuhn, T. S. (2006). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica. (Obra original publicada en 1962).
- López, A. y Guevara, Y. (2008). Programa para prevención de problemas en la adquisición de la lectura y la escritura. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 34, 1, 57-78.
- Lovaas, O.I. (1984). *El niño autista*. México: Fontamara (Obra original publicada en 1977).

- Mares, G., Guevara, Y., Rueda, E., Rivas, O. y Rocha, H. (2004). Análisis de las interacciones maestra-alumnos durante la enseñanza de las ciencias naturales en primaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 9, 22, 721-745.
- McIlvane, W. J. (2009). Translational Behavior Analysis: from laboratory science in stimulus control to intervention with persons with neurodevelopmental disabilities. *The Behavior Analyst*, 32, 2, 273-280.
- Medicus, G. (2005). Mapping transdisciplinarity in human sciences. En J. W. Lee (Ed.). *Focus on gender identity* (95-114). New York: Nova Science Publishers.
- Michael, J. y Meyerson, L. (1972). Un enfoque conductual al control del comportamiento humano. En R. Ulrich, T. Stachnik y J. Mabry (Coords.). *Control de la conducta humana* (p. 51-67). México: Trillas (Obra original publicada en 1966).
- Moore, R. y Goldiamond, I. (1975). El establecimiento sin errores de la discriminación visual mediante el uso de procedimientos de desvanecimiento. En S. W. Bijou y D. M. Baer (Coords.). *Psicología del desarrollo infantil, lecturas en el análisis experimental* (p. 106-113). México: Trillas (Obra original publicada en 1967).
- O'Leary, K. D. y Drabman, R. (1978). Los programas de reforzamiento con fichas en el salón de clases: una revisión. En S. Bijou y E. Rayek (Coords.). *Análisis conductual aplicado a la instrucción* (p. 202-236). México: Trillas.
- O'Mea, M. L. (2013). Implementing Applied Behavior Analysis for Effective Orientation and mobility instruction of students with multiple disabilities. *Journal of visual Impairment & Blindness*, 107, 1, 65-70.
- Orlando, R. y Bijou, S. W. (1975). La rápida adquisición, en retardados, de la discriminación con un programa múltiple en una situación de operante libre con respuesta única. En S. W. Bijou y D. M. Baer (Coords.). *Psicología del desarrollo infantil, lecturas en el análisis experimental* (p. 87-97). México: Trillas (Obra original publicada en 1967).
- Ortega, P. y Plancarte, P. (2010). *Educación Especial, formación multidisciplinaria e interdisciplinaria*. México: UNAM.
- Peterson, C., Slaughter, V., Peterson, J., y Premack, D. (2013). Children with autism can track others' beliefs in a competitive game. *Developmental Science*, 16, 3, 443-450.
- Pinkston, E. M., Reese, N. M., LeBlank, J. M. y Baer, D. M. (1978). El control independiente de la agresión en un niño de edad preescolar y de la interacción con sus compañeros mediante la atención contingente del maestro.

- En S. Bijou y E. Rayek (Coords.). *Análisis conductual aplicado a la instrucción* (p. 174-187). México: Trillas.
- Premack, D. (1959). Toward empirical behavior laws: I. Positive reinforcement. *Psychological Review*, 66, 219-233.
- Pulido, M. A., Hernández, C., Peña, L. M., Ponce, N. M. y Rebolledo, M. (2010). The operant conditioning of letter string problem solving. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 36, 3, 55-76.
- Ribes, E. (1974). Técnicas de modificación de conducta, su aplicación al retardo en el desarrollo (2ª. Ed.). México: Trillas.
- Ribes, E. (2012). La educación especial: una perspectiva interconductual. En R. Jiménez, S. Viñas, J. A. Camacho, D. Gómez, E. Zepeta y M. Serrano (2012). *Educación Especial y Psicología, historia, aportaciones y prospectiva universitaria* (p. 173-189). México: Universidad Autónoma de Tlaxcala.
- Risley, T. y Wolf, M. M. (1972). Manipulación experimental de conductas autistas generalizadas al hogar. En R. Ulrich, T. Stachnik y J. Mabry (Coords.). *Control de la conducta humana* (p. 343-358). México: Trillas (Obra original publicada en 1966).
- Romano, H. (2010). Hacia un trabajo multidisciplinar en la Educación Especial. En P. Ortega y P. Plancarte (Coords.). *Educación Especial: Formación multidisciplinaria e interdisciplinaria* (pp. 1-20). México: UNAM- Facultad de Estudios Superiores Iztacala.
- Romano, H. (2014). La terminología en Educación Especial: confusiones y malinterpretaciones conceptuales. *Integra2 Revista Electrónica de Educación Especial y Familia*, 5, 2, 5-16.
- Rubio, P. y Santoyo, C. (2004). Interacciones sociales de niños con necesidades educativas especiales: un enfoque funcional. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 30, 1, 01-20.
- Sánchez-Palomino, A. y Torres, J. A. (1997). *Educación Especial I: Perspectiva curricular, organizativa y profesional*. Madrid: Pirámide
- Secretaría de Educación Pública. Dirección de Educación Especial (2010). *Memorias y actualidad en la educación especial en México, una visión histórica de sus modelos de atención*. México: SEP-DEE.
- Serna, R. W. (2004). Recent advances in discrimination learning with individuals with developmental disabilities. En W. L. Williams (Coord.), *Developmental disabilities: etiology, assessment, intervention and integration* (pp. 81-104). Reno, NV: Context Press.
- Skinner, B.F. (1938). *The behavior of organisms, an experimental analysis*. New York: Appleton-Century-Crofts.

- Skinner, B. F. (1954). The science of learning and the art of teaching. *Harvard Educational Review*, 24, 86-97.
- Skinner, B. F. (1958). Teaching Machines. *Science*, 128, 3330, 969-977.
- Skinner, B. F. (1969). *Contingencies of reinforcement, a theoretical analysis*. Acton MA: XanEdu Publishing Inc.
- Skinner, B. F. (1972). La libertad y el control del hombre. En R. Ulrich, T. Stachnik y J. Mabry (Coords.). *Control de la conducta humana* (p. 31-47). México: Trillas (Obra original publicada en 1966).
- Skinner, B.F. (1975). El conductismo a los cincuenta. En G. Fernández Pardo y L.F.S. Natalicio (Coords.). *La ciencia de la conducta* (p. 111-132). México: Trillas.
- Terrace, H. S. (1963). Discrimination learning with and without "errors". *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 6, 1, 1-27.
- Torres, J. A. (2010). Pasado, presente y futuro de la atención a las necesidades educativas especiales: hacia una educación inclusiva. *Perspectiva Educativa*, 49, 1, 62-89.
- Ulrich, R., Stachnik, T. y Mabry, J. (1972). *Control de la conducta humana*. México: Trillas (Obra original publicada en 1966).
- Verdugo, M. A. y Gutiérrez, B. (2009). *Discapacidad Intelectual, adaptación social y problemas de comportamiento*. Madrid: Pirámide.
- Wahler, R. G. (1994). El mejoramiento de la vida de los niños con conducta desordenada. Una búsqueda de la continuidad social. En L. J. Hayes, E. Ribes y F. López (Coords.). *Psicología Interconductual, contribuciones en honor a J. R. Kantor* (189-217). México: Universidad de Guadalajara.
- Warnock, H. M. (1978). *Report of the Committee of Enquiry into the Education of Handicapped Children and Young People*. Londres: Her Majesty's Stationery Office.
- Wehman, P. (1977). *Helping the mentally retarded acquire play skills, a behavioral approach*. Illinois: Charles C. Thomas Publisher
- Wolf, M. M., Risley, T. y Mees, H. (1972). Aplicación de los procedimientos de condicionamiento operante a los problemas de conducta de un niño autista. En R. Ulrich, T. Stachnik y J. Mabry (Coords.). *Control de la conducta humana* (p. 332-342). México: Trillas (Obra original publicada en 1966).



X

From Mind to Software: An Agent  
Cognitive Architecture for  
Visual Attention with Affective Evaluations  
and Expected Reward/Punishment

*Jonathan Hernando-Rosales, Cynthia Ávila-Contreras, Daniel  
Madrigal, Félix Ramos*

Departamento de Ciencias de la Computación, CINVESTAV<sup>1</sup>

**Introduction to Cognitive Architectures**

The mind is one of the biggest mysteries that have captured the attention of many philosophers and psychologists. Give an explanation of what is the mind? Where it comes? And what are the operations that mind performs? Has been the subject of discussion in more of hundreds of years. Currently, there exist researches that try to solve these questions, this with the purpose of understand and explain how the human mind works. We thought that the principal interest in explain the mind lies in the possible applications that this knowledge might give rise, to

---

1. CINVESTAV Unidad Guadalajara, Av. del Bosque 1145, Col. El Bajío, C.P. 45019, Zapopan, Jalisco, México. Email: [cavila,jrosales,dmadrigal,framos]@gdl.cinvestav.mx.

mention a few examples: Detection and treatment of mental illnesses, design new methods for the human-machine interaction and creation of autonomous entities with cognitive skills similar to humans.

The researchers of cognitive science create models or blueprints of the mind, which are called cognitive architectures. These models can be seen as a system architecture in which the cognitive phenomenon is modeled through structures, modules and relations (Sun, 2009). Those models are very attractive for computer science, especially for artificial intelligence, because cognitive architectures describe the components and processes of the mind (Newell, 1994). Software designers can use cognitive architectures as a first approach to create an autonomous intelligent system. Therefore, from a perspective of computer science, a cognitive architecture is “a set of computational modules that working together, strive to produce human level intelligence” (Trafton, et al., 2012)

Nowadays exist a lot of interesting work that is the result of the integration of cognitive sciences with other areas of knowledge like computer science, mechanical engineering, etc.

### **A Brief Study of Cognitive Functions and its Integration**

Visual selective attention is important because it allows filtering sensory and cognitive information and managing cognitive resources. It interacts actively with many other cognitive functions, as it is the case of Emotions and its affective evaluation process. The interaction among them could guide behaviors. The process concerning each of these cognitive functions are detailed next.

### **Visual System – The Window to the World**

Vision is the perceptual system that process and interpret the information contained in light. The humans and other living beings are largely

dependent of this ability, because it allow us to obtain information from the environment, e.g. be aware of the objects that surround us.

Similarly to other perceptual systems, the vision process starts in the environment with the so-called “*Environmental Stimulus*” (ES). In order to perceive those ES, certain cells, also known as sensory receptors that have the ability to detect and react to the presence of a specific stimuli, which for this particular case the ES is the light reflected from the diverse environmental objects, and the sensory receptors are the photoreceptors located inside of the eye (Brodal, 2010).

Once light reaches the eye, the photoreceptors starts the transduction process, which consist in transform ES into an internal representation, which can be seen as codified version of ES. This fact is an important aspect of perception, because everything that a person perceives is based on the sensory information generated on this transduction, and not on the direct stimuli per se. The previously statement is supported in the Principle of Representation (Goldstein, 2013).

The next step in the long road of the sensory information is processing the representation generated by the receptor, and generates new ones. These new representations are richer in information, because they are generated by the integration of the sensory receptors information. Specifically in the visual system, based on the Gestalt Theory (Ehrenstein, Spillmann, & Sarris, 2003) the information is grouped by: proximity, similarity, closure, symmetry, common motion and continuity.

Up to that point, the ES has been transduced and processed; the following step is endowing to the processed sensorial information a meaning, in other words, create the perception. In order to perform this task is necessary the participation of other cognitive function, because the perception is the result of the integration of the internal individual states (emotional and motivational states), knowledge acquired about the world (experiences and memories) and the internal representation of the environmental stimulus (Goldstein, 2013).

The Figure 1, explains the process related to the visual system that was described above. We know that this is an oversimplification of the process performed by the visual system, but it give us an idea of the main requirements that are needed in order to create agents with vision.

### Selective Attention System – Getting the Important Information

Selective attention is a cognitive function that allows to an individual to prioritize sensory information, addressing the cognitive resources to the task in progress. The significance of selective attention relies in that the sensory systems are constantly capturing a vast amount of data, which would be intractable without proper mechanisms to filter out irrelevant information and select the important one.

There are diverse studies about how selective attention works. At first, “searchlight theories” were widespread. In them, attention acts as a spotlight that illuminates the scene at high speed, part by part, in a pre-attentive stage (before a more detailed processing): when the light passes the image, it rapidly scans characteristics (Crick, 1984). Despite this approach to explain attention seems congruent, newer attentional theories are more complex and beyond the spotlight metaphor (Cave & Bichot, 1999). Over the last decades, data from electrophysiology and neuroimaging studies have shown that mechanisms of selective attention work at several stages of sensory processing (specifically vision), not being a clear separation as pre-attentive and attentive stages (Serences & Kastner, 2014).

The Biased Competition theory (Desimone & Duncan, 1995) is a seminal work in the study of visual selective attention based in neural evidence: attention is seen as an emergent property of many neural substrates. It distinguishes the limited capacity of the system to process the information in a moment; and the ability to filter out unwanted information, or *selectivity*. In this theory, objects in the visual input *compete* each other for processing, and some stimuli could be biased to win the competition, depending on the performed task.

Also based on neural images evidence, Posner (2011) suggest the existence of three separated (but highly communicated) neural circuits: *alert*, *executive control* and *orientation*. Alert circuit is about sustained attention and vigilance; while executive control circuit involves mechanisms for monitoring resources and solve conflicts, so is more related with divided attention. Just orientation circuit covers the ability of prio-

ritize the input stimuli, related with selective attention, and it is consistent with the idea in Biased Competition.

As seen, there is biological and psychological evidence that permits to distinguish different facets in selective attention (Itti & Borji, 2014): a. Bias or guidance to choose where or what to attend; b. A selection of the stimulus to attend, and so the segregation of it among some other stimuli; and c. An enhancing of sensorial signals related with the attended stimuli, versus the filter-out of no attended. It is worth to mention that these facets are not in a specific order, because they could occur simultaneously in different brain areas.

So, a main question about the bias or guidance is “What are the factors that make a stimulus to stand out?” A general answer is given by the identification of two main modes of influence (Desimone & Duncan, 1995; Corbetta & Shulman, 2002), *Top-Down* (TD) and *Bottom-Up* (BU). However, BU and TD modes are not the only influences in attentional deployment: There is evidence of a third one, a value-driven mode (VD) (Anderson, Laurent, & Yantis, 2011a):

- TD is also named *goal-oriented*. This mode is based on current expectations and goals. It is *endogenous*, because its signals come from the internal attentional-set in working-memory. TD signals do a bias over the stimulus or objects that meets the requirements or features in the attentional-set. It is actively performed (or voluntary), because the individual must be aware of its own attentional-set. For example, if the task is about find a red balloon in a scene of a city park, TD signals will help to prioritize (be more *relevant*) all those stimuli that are red. In order to do so, TD signals extent to many brain areas in visual pathway, as visual thalamus (LGN, PUL, SC) or visual cortices (V1, ESTC); prefrontal areas (FEF, DLPFC); as well as parietal areas (SPL, IPS).
- BU is also referred as *stimulus-driven*. It focuses on the differences of physical characteristics of the stimuli. In visual modality, light intensity, color hue or spatial frequency are some of those characteristics (Wolfe, 2014). It is an *exogenous* processing, because it is performed over the input stimuli from sensory receptors and primary sensory cortices. It is automatically performed; it is just ba-

sed on natural difference among a location and its neighborhood. For example, BU processing will prioritize (be more *salient*) a small black circle in a completely red scene, because the black area is too different from the rest of the image. BU processing happens over visual pathway (LGN, SC, V1, ESTC), parietal areas (SPL) and some inferior areas (TPJ) for behavioral salient stimulus.

- In VD mode, valuable stimuli (even when it is task-irrelevant or inconspicuous) could also captures attention, leading the perceiver to orient to it, just because its reward-related value.

Although these modes differ in their internal mechanisms, they result into the same effect: Neural responses are increased or enhanced to give preferential processing to specific information. They allow a filtering and selection of most salient, relevant or rewarding location/object through the visual processing, in order to resolve the suitable locus of attention.

A second question is “What are the mechanisms for selecting a salient or relevant stimulus among others?” The selection problem has widely seen from *priority map* perspective (Wolfe, 2014; Itti & Borji, 2014). Priority maps are topographic representations of combined salience (BU) and relevance (TD): the more conspicuous the stimuli, the greater is its representation value in the map, and the more likely to be chosen (Fecteau & Munoz, 2006). Studies suggest that this representation describes well the firing properties of neurons in various brain areas, such as intraparietal cortex (IPS) in parietal lobe (Geng & Mangun, 2009; Bisley & Goldberg, 2010) or primary visual cortex (V1) (Zhang, Zhaoping, Zhou, & Fang, 2012). However, it is worth to say that no single brain region can be said to be the “master” priority map (Serences & Yantis, 2006), it is given by the combination of diverse brain areas that weights the salient, relevant or rewarded locations helped by the BU, TD and VD biases.

The winner of the selection is the stimuli with greater evaluation among the priority map. Only the prioritized information (the attended stimulus as well as a set of the next more prioritized) will be into short-term processing stores (Working Memory) (Downing, 2000), in order

to be used by other cognitive functions. The attended stimulus serves as target to orient eyes or head toward it.

### **Emotion System – Communication with the environment and second motivator**

Emotion is one of the most entrenched cognitive processes in living organisms. This process helps us identify flattering or harmful stimuli in the environment to our body. It helps us to social communication from certain behaviors called emotional behaviors. It also helps us build our personality from multiple daily experiences stored in our memory (Barrett & Bliss-Moreau, 2009). These are some features of the emotional process in our daily lives. In the following subsection we will describe how these emotions are generated, and how to promote these multiple functions. We deal with these questions and their answer throughout this subsection.

Emotion is a psychophysiological process product of perceived stimuli in the environment (Gross, 2002). This process consists of two components; an emotional mental state and an emerging emotional behavior.

- The emotional mental state, sometimes called feelings (Kriegel, 2014), are ongoing evaluations that we make of our environment and their impact in our person (Damasio, 1995; Barrett & Bliss-Moreau, 2009; Leknes & Tracey, 2008; Kriegel, 2014). Commonly we say that, due to the various situations that we are exposed daily, we feel sad, angry, fearful, etc. These feelings are generated by psychological primitives that are not emotions, they are basic assessments that we do automatically to multiple perceived stimuli in the environment. The most important psychological primitive for generating emotions is the affect (Wundt, 1998). The affect is the automatic assessments, which oscillates between positive/pleasure and negative/unpleasure ranges (Barrett & Bliss-Moreau, 2009; Titchener, 1990; Wundt, 1998; Russell & Barrett, 1999).

- The emotional behavior is a motor response generated to the environment that helps us to express our internal emotional state of mind. These behaviors are constantly generated automatically as a result of our feelings. However, there are mechanisms that help us to control these behaviors, if we require in a given situation (Gross, 1998; Gross, 2002).

To understand this emotional process, we will inspire us in the theories of emotional assessment (Scherer, 1999; Scherer, Schorr, & Johnstone, 2001). These theories give us a framework and a general sketch of the emotional process. These consist of three stages of evaluation:

- First stage: It helps us to serve relevant stimuli in the environment and to assess the positive or negative meaning of an event to generate an emotional behavior.
- Second stage: It helps us understand our involvement in the environment. It guides our behavior to a certain emotional state.
- Third stage: At this stage, the behavior is controlled to achieve the objectives or goals in the environment.

From an overall perspective, the first stage helps us to evaluate the stimuli perceived positively or negatively, the second step generates feelings or mental emotional states, and finally the third stage controls the emergent behavior of the second stage. In this work we focus in the first stage of emotion and how this stage not only helps to generate emotion, also helps in another cognitive processes.

The affect subsystem is probably the most important for the development of the first stage of emotion. Because, as we mentioned earlier, it is more important psychological primitive to the development of mental emotional states. This not only provides the basis for emotions, but it also helps us as a motivation in the environment (Barrett & Bliss-Moreau, 2009). Probably the most important motivation in the environment are the physiological needs, but also affective evaluations provide important motivational information.

We can distinguish objects that meet the same physiological need from their affective value. For example, if we are hungry and we have a

cake or a vegetable soup to us, probably choose the cake if it is more to our liking. This is possible thanks to the affective information stored in memory. In this way, the affective values are a second motivator in the environment.

However, affection only provides a positive or negative value of a given stimulus in the environment. But how this affective value can skew our decisions or our attention on the environment? These affective values are part of other processes such as reward and punishment.

It is true that from a conventional perspective reward and punishment are provided by the environment. But we have identified alternative processes that help us assessing the possible reward and punishment of a particular action before it is executed in the environment (Wachter, Lungu, Liu, Willingham, & Ashe, 2009; De la Fuente-Fernandez, 2009). These processes will be named in this work like expected reward and expected punishment.

Therefore, we can say that affection helps us to give a positive or negative evaluation to each stimulus. But, a possible action in the environment probably involves more than one stimulus, for these cases the processes used are expected reward and expected punishment. These two processes help us to identify the right or wrong for particular possible actions. These processes are also part of the first stage of emotional evaluation and are given by the affective values of stimulus and another process like physiological motivation (Maren, 1999).

In this way, the affective value is provided by every perceived stimulus in a given situation, expected punishment and expected reward are provided by the sum of affective values for every stimulus involved in a specific action for given situation. These last processes provide the positive or negative assessment for one possible action in the environment respect to affective gain.

Based on the assessments provided by the first stage, we associate these assessments to a certain mental state, dominating the most intense feeling in the current situation. This generates a behavior automatically response, that we call this like an emerging emotional behavior.

Within neuroscience evidence, brain structures are key for affection, expected punishment and expected reward. For the construction

of affective value and emotional learning are multiple brain structures involved, which are part of the limbic system. These structures are known as affective core, which is composed mainly of the hippocampus (HIP), thalamus (THA) and the amygdala (AMY) (Lindquist, Wager, Kober, Bliss-Moreau, & Barrett, 2012; Leknes & Tracey, 2008). The more important structure in these processes is the amygdala (AMY). It is responsible for the affective assessments of the environment in conjunction with HIP and THA (Whalen & Phelps, 2009; Kandel, Schwartz, & Jessell, 2000). The AMY's nucleus associate all senses and generate an affective value to the perceived stimuli in the environment (Whalen & Phelps, 2009). They also handle unify previous assessments (memories) with current assessments to maintain a dominant affective value of each stimulus perceived and stored in memory (Groenewegen & Trimble, 2007; Whalen & Phelps, 2009; Fuster, 2008; Barbas, 2009; Bennett, 2011).

For expected punishment processing within the brain, a key structure is the insula (INS) (Wachter, et al., 2009) (Blood & Zatorre, 2001). It's involved in the processing of pain or harmful (Naqvi, Rudrauf, Damasio, & Bechara, 2007) processing punishment (Wachter, et al., 2009), and negative emotional reactions (Palminteri, et al., 2012).

Finally, for the expected reward processing, ventral striatum (VSTM) is the key structure (Wachter, et al., 2009; Smith & Berridge, 2007). It is responsible for the reward, delayed reward, and motivational uncommitted product of the current perception of stimuli (Palminteri, et al., 2012; Smith & Berridge, 2007).

From this neuroscientific information, we can determine that affective assessment, expected reward and expected punishment are parallel and distributed processes. These processes are some basic processes for the construction of emotions, they belong to the first stage of the emotional process and are another motivator for take an action more or less rewarding and punished in the environment.

### **Visual Attention with Affective and expected reward values – The integration**

It is indisputable that both emotions and attention in visual modality are important for the survival of the individual. Emotional responses provide information about what events or stimuli are potentially harmful or beneficial, it helps to guide the behavior.

The most basic and widely studied effect is that one when affective process influences attention: stimuli with a high affective value (negative or positive) will capture attention, so this kind of stimulus can receive a preference processing (Vuilleumier, 2005). A specific case is when a not correct identification of an object in the environment happens, maybe because it is just a shadow, but anyway memory retrieves it as other highly affective valued stimuli (dangerous animals or objects), since it seems similar. We focus on those stimuli because of its importance to our survival. However, if the stimulus does not have high affective evaluation, it will be simply ignored and continue the process without any emotional influence.

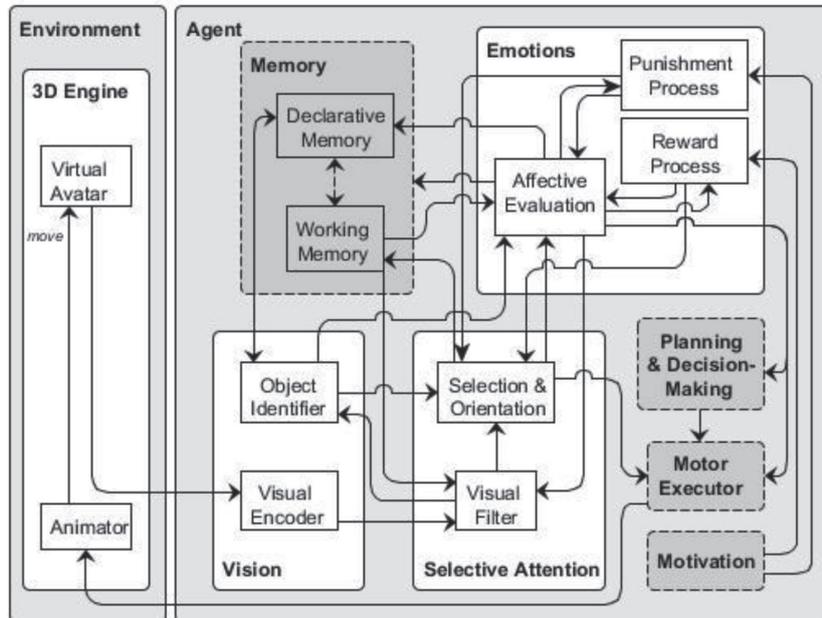
Another interesting effect is concerning with the reward value associated to a visual stimulus: a physically salient, task-irrelevant distractor previously associated with a large reward captures attention more than an equally salient distractor previously associated with a smaller reward (Anderson, Laurent, & Yantis, 2011b). As reward value proceeds from affective processing, exploring this case becomes interesting for the integration of vision, attention and emotions.

### **A Computational Agent Cognitive Model of Visual Emotional Attention**

In Figure 1 can be seen the proposed cognitive model for an Agent and how it would be interacting with an Environment. We are focus on the Agent part, because it composes the internal mental processes of a creature.

*General Description*

Three main modules compose the Agent model: Vision, Selective Attention and Emotions. There are other modules related with cognitive functions, but because they are beyond the scope of this work, they are shown in shaded boxes with dashed lines. 3D Engine module is the only module of the Environment.



**Figure 1.** Computational Cognitive Model of Visual Emotional Attention.

*3D Engine Module.* This module contains the 3D environment in which the agents are going to exist. Two components compose this module, *Virtual Avatar* and *Animator*.

The *Virtual Avatar* component is the 3D representation of the agent, which for this case is a 3D humanoid model. In order to endow to the

avatar with vision, a fixed camera was positioned on the 3D humanoid model face. The camera in a 3D engine can be seen as photography camera that draws on the screen or memory of a computer the captured image from a certain perspective (position, orientation and field of view).

*Animator* is the component that allows the Virtual Avatar animation. To perform the task, this component is composed for a set of algorithms ranging from path finding to body movement algorithms. The purpose of this component is endow to the *Virtual Avatar* with movements.

*Vision Module.* This module has two components: *Visual Encoder* and *Object Identifier*.

*Visual Encoder* component is responsible of generates a video stream from the 3D Engine, i.e., capture on execution time the rendered 2D images from the engine, and codify each image in Raw RGB format. Every image generated in this process can be seen as a static visual representation of the environment that was perceived by the *Virtual Avatar* at a certain point of time.

The *Object Identifier* component is responsible for identify the possible objects that exist in the captured visual representation. Each image received is segmented, i.e., it extracts from the images all the shapes that shares certain characteristics, like, lines, curves, boundaries, etc. The next step performed by this module is an identification request, which sends to the Memory, the shapes that were extracted from the previous step. The Memory return to the Object Identifier a set of identified objects, i.e., a set of elements that contains information related to the identified shape, like label of the object, category, affective value, among others.

*Selective Attention Module.* This module consists of two components: Visual Filter and Selection & Orientation.

The *Visual Filter* involves the process of weighting (the equivalent of neural enhance or inhibition) the sensorial input based on BU, TD and VD biases. A filtering naturally leads to selectivity, but in this approach, we reserve that term for the second module. BU bias means that stimuli

that share repeated colors or shapes decrease their weight with respect to those that does not share features, and consequently are more different. When TD and VD signals come from the second component, stimuli that match specific information relevant for the current task, or highly rewarded (i.e. locations and colors) increase with respect of those that does not.

The *Selection & Orientation* is a combination of *selection* to segregate out the currently attended stimulus and the *orientation circuit* of Posner. Therefore, it includes the management of TD bias signals and VD stimuli allocated in Working Memory, It also is in charge of making the final selection of what/where to attend; locus of attention is calculated taking the greater weights from previous module, but preference is given to those highly VD stimulus (affective and reward values) over those relevant for the task (TD bias of shapes and categories). The set of attended stimulus are passed to Working Memory, and motor system.

*Emotions Module.* This module consists of three sub modules; Affective Evaluation, Reward process, and Punishment process. Plus an emerging process from the interaction among Emotion and Memory.

Affective evaluation generates a specific emotional value for stimuli perceived in the environment (within the range pleasure-unpleasure). Reward process gives the expected and obtained reward assessments for a particular action taken on the environment, in this work only focus on the expected reward because obtained reward are given by the environment. Punishment process is the penalty for a certain action if an objective, goal, or a need isn't satisfied or obtained, and also calculates the expected punishment. As in reward process, in this paper we will focus only on the expected punishment, because the punishment obtained is given by the environment.

#### *Formalization*

Next is a formalization of the information and processes of the components in the model.

*Visual Encoder:* Encodes an RGB image  $I_t$ , which is a static visual representation of the environment in  $t$  time.  $I_t$  has a dimension  $D_t = \{w, h\}$  being  $w =$  width and  $h =$  height where  $w, h = \{2k \mid k \in \mathbb{Z}^+\}$ .

*Working Memory:* Has diverse attentional-sets  $AS_{\{relfeature\}}$  of relevant features  $rf_i$  for the current task, such that *relfeature*:  $\{relco =$  relevant color  $\mid relloc =$  relevant localization  $\mid relsha =$  relevant shape  $\mid relcat =$  relevant category $\}$ .

It also has a set of weighted attended objects  $AO$ , which is the result of Selection & Orientation processes.

*Visual Filter:* The image  $I_t$  is segmented in  $n \cdot m$  number of segments  $seg_{(i,k)}$ . Each  $seg_{(i,k)}$  has a weight  $wt_{(i,k)} = sal(co_{(i,k)}) + sal(loc_{(i,k)})$  and  $0 \leq sal(x) \leq 1$ .

The value of  $sal(co_{(i,k)})$  is the salience of color in that segment, it is given by the *difference* of the color  $co_{(i,k)}$  among the rest of the colors  $co$ . If color  $co_{(i,k)}$  is *similar* to a  $co \in AS_{relco}$ , then value of  $al(co_{(i,k)})$  is incremented by  $\tau$ , where  $\tau > 1$  and  $\tau =$  TD enhancement factor.

The value  $salloc_{(i,k)}$  is the salience of the localization of that segment, by default  $salloc_{(i,k)} = 1$  for  $\frac{w}{2} - \Delta < i < \frac{w}{2} + \Delta$  and  $\frac{h}{2} - \Delta \leq j \leq \frac{h}{2} + \Delta$ , where  $\Delta =$  foveal offset. If localization  $loc_{(i,k)}$  is *into* a relevant location  $loc \in AS_{relloc}$ , then value of  $sal(loc_{(i,k)})$  is incremented by  $\tau$ .

A set of salient segments  $sec_{(i,k)}$  is given by  $= \{seg_{(i,k)} \mid wt_{(i,k)} > \varsigma \}$ , being  $\varsigma =$  salience threshold.

*Object Identifier:* The image  $I_t$  is segmented using region growing approach. This algorithm separates the image into regions starting from the initial seed points, which for this case are given by the  $SA$  set. This results in a  $SH$  set of shapes  $s_j$  that share the same boundaries (curves, lines, etc.) The  $SH$  set is passed to memory, which in turn returns a set  $O$  of the identified objects.

*Semantic Memory (In Declarative Memory):* Each  $s_j \in SH$  is evaluated in order to retrieve an object  $o_j = \{lblsh, pxy, cl, cat, av\}$ , where  $lblsh =$  label

of the shaper,  $pxy$  position  $(x, y)$  coordinates,  $cl$  = color,  $cat$  = category and  $av$  = Affective Value . The set of all identified object is  $O$ .

*Selection & Orientation:* Objects  $o_j \in O$  have an assigned weight  $wt$ :

$$wt(o_j) = \begin{cases} 1, & |VD(o_j)| \geq \alpha \\ \beta \cdot rel(o_j), & otherwise \end{cases}$$

Where  $0 \leq \alpha \leq 1$ ,  $\alpha$  = Value-driven threshold, and  $-1 \leq VD(o_j) \leq 1$  is a function that determines the greater affective or expected reward-punishment value of the stimulus  $VD(o_j) = \max(r_{expected}(o_j), P_{expected}(o_j), Affective(o_j))$ .

Also,  $\beta > 1$ ,  $\beta$  = BU enhancement factor and  $0 \leq \beta \cdot rel(o_j) \leq 1$  is a function that evaluates the relevance of the  $o_j$  based on the similarity of  $shape(o_j)$ ,  $location(o_j)$ ,  $color(o_j)$ ,  $category(o_j)$  to  $ft \in \{AS_{relsha} \cup AS_{relloc} \cup AS_{relco} \cup AS_{relcat}\}$ .

Elements  $e \in (SP \cup O)$  are *ranked* by its weight  $wt$ . The  $n$  elements with highest  $wt$  values conforms the attended objects set  $AO$ . Locus of attention  $\alpha \in AO | \max(AO)$ .

*Affective Evaluator:* The affective value  $av$  is given by the dominant affective  $av_{dominant}$  value from current or previous affective evaluations of a perceived objects  $O$ . Previous affective value is  $av_{previous} = Affective(o_j)$ , this function retrieves the affective value  $o_j$  stored in memory. The  $av_{previous}$  could be undefined if  $o_j$  does not have an affective value. The current affective value  $av_{current}$  is calculated by the function  $av_{current}(o_j) = damage(o_j) + pleasure(o_j)$ . The dominant affective value  $av_{dominant}$  is given by the function

$$av_{dominant}(o_j) = \begin{cases} av_{current}(o_j), & |av_{current}(o_j)| \geq |av_{previous}(o_j)| \\ av_{previous}(o_j), & otherwise \end{cases}$$

*Reward Process:* The reward of an action taken in the environment is given by the expected reward and the difference with the reward obtained. The agent can perform multiple actions  $AC$  in various situations

*SI*. Be  $\alpha_\alpha$  an action to be performed in a situation  $si_\tau$  where  $\alpha_\alpha \in AC$  and  $si_\tau \in SI$ . Current reward  $r_{current}$  is given by the function

$r_{current}(\alpha_\alpha, O) = \sum_{\sigma=1}^{|O|} av_{dominant}(o_\sigma)$  and affective value is given by the function

$$av_{dominant}(o_\sigma) = \begin{cases} av_{dominant}(o_\sigma), & av_{dominant}(o_\sigma) \geq 0 \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

where  $O$  is the set of stimuli perceived during the performance of  $\alpha_\alpha$ .

Expected reward  $r_{expected}$  is given by the function

$r_{expected}(\alpha_\alpha, O) = \sum_{\sigma=1}^{|O|} av_{previous}(o_\sigma)$  or by this values is retrieved from memory, where affective value is given by

$$av_{previous}(o_\sigma) = \begin{cases} av_{previous}(o_\sigma), & av_{previous}(o_\sigma) \geq 0 \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

Therefore the reward  $r$  of an action is given by the function  $r(\alpha_\alpha) = r_{current}(\alpha_\alpha) - r_{expected}(\alpha_\alpha)$ .

*Punishment Process*: is given for not achieve a goal in a situation. Whether  $OB$  is a set of objectives, goals and needs of the agent in a given situation  $si_\tau \in SI$ . Punishment  $p$  of an action  $\alpha_\alpha$  is given by  $ob = s_a$  where  $s_a \in S$  and  $s_a$  is achieved by the action  $\alpha_\alpha$  then  $p(a_\alpha) = p(a_\alpha) - u$ , otherwise  $p(a_\alpha) = p(a_\alpha) + u$  where  $u$  is the intensity of objective  $ob$  and real value of  $-1 \leq u(ob) \leq 1$ . Objective  $u(ob)$  is given by the cognitive process of decision making and planning, or memory. The expected punishment is given by the function  $p_{expected}(a_\alpha, O) = \sum_{\sigma=1}^{|O|} av_{previous}(o_\sigma)$  or by  $p_{expected}(a_\alpha) = ma_\alpha$  this values is retrieved from memory, where affective value is given by

$$av_{previous}(o_\sigma) = \begin{cases} av_{previous}(o_\sigma), & av_{previous}(o_\sigma) \leq 0 \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

## **Case Study**

The proposed model is intended to be implemented in a 3D virtual scenario. The main interest is to see how the affective evaluations influence attentional selection. The Agent and the Environment are separate instantiations that communicate each other in order to display an avatar performing a congruent behavior. The experiment described below is designed by us in order to observe the interaction of the processes previously mentioned in this paper. We did not take any experiment found in the literature because they did not expose the interaction of the specific processes mentioned in this work.

### *General description*

The Agent performs a game-like task, in which the choices of the agent would change its score. Initially, its score starts in zero. The score will be updated depending on the choices of the agent, with this we pretend to observe the interaction of reward and punishment processes given the current environment.

The game involves presenting simultaneously a pair of objects to the agent, from a set of 20 different objects, and he should choose and grasp one of them. Due to an object could lead to gain or lose points to its score, these two objects in the environment would expose the processes of expected reward, expected punishment and affective evaluation.

The agent could already have a positive, negative or neutral affective value assigned to each object, with this we want to expose the function of declarative memory and attention process with expected reward and punishment.

However, it is possible that the object does not have any affective value, because it is the first time that the agent interacts with it. In that case, we want to expose how attention is driven without the affective process.

When the agent grasps any of the objects, some objects will increment its score, and some others will decrement it. The reward or punishment is at first randomly assigned to the objects, though there is a

probability of 20% to change (from reward to punishment or vice versa) in next iterations. With this arrangement, we try to expose the affective evaluation change from reinforcement learning.

To simplify the case, the cognitive function beyond the scope of this work will be presumed to be straightforward: Decision-Making & Planning will make a choice and action based only in positive affective value plus the locus of attention.

#### *Execution description*

The visual processing follows a direct route from the Environment to Visual Encoder, then to the Visual Filtration (that takes in account TD and BU bias) and next to Object Identification, which gives a set of identified objects to Affective Evaluation and to Selection & Orientation modules. From this point, we could look forward for three specific flow of information depending on the subcases described below, each of them with its consequent emotional, attentional and motor behavior.

- *Object does not have any affective value.* Object Identifier gives a set of identified objects in the environment to Affective Evaluation and to Selection & Orientation modules. If some of these objects do not have an affective evaluation, then Affective Evaluation set a neutral value for that object, and no affective-related behavior is observed. Selection & Orientation forms the set of attended objects, based only in the relevance of them for the task or its physical salience.
- *Objects are already stored in memory with an affective value, and reward/punishment is not received.* When an object is already stored in memory with affective value, the object is not evaluated in Affective Evaluation module, unless the activation of Reward and Punishment Processes generate an output that can modify the current affective value associated to that object. As the former situation, a high affective value could detonate an affective facial expression in motor module. Also, the Selection & Orientation module could be influenced by high affective value. These is possible for the processes of expected reward and expected punishment.

- *Objects are already stored in memory with an affective value, while a reward/punishment is received.* After selecting the object, the Reward and Punishment processes evaluate simultaneously the results from the action. After this, Affective Evaluator assign (updates) an affective value to the object, considering if the result was a reward (positive affective value) or a punishment (negative affective value). The object with its new affective value is stored in memory. If the affective value is high, it is received by Motor module in order to perform an associated behavior (i.e. facial expression). The affective value also switch related reward and related punishment, this processes reaches Selection & Orientation module. In that way, if the affective value is high from some stimuli in the environment, it is selected as locus of attention.

The Affective Evaluator in conjunction with the Reward and Punishment processes are responsible of perform the learning process, which for this case study will allow to the agents to learn about the associated reward of the different objects. Because we established the choice of grasp an object based on positive affective value and locus of attention, the objects with high negative affective value would be distractors that will slow down the choice.

## **Discussion**

In this paper we have proposed an interaction between three major cognitive functions; Vision, Attention and Emotions.

Visual information is processed and first filtered by basic attentional BU mechanisms to have a selection based on physical features. Later, VD information is obtained from emotional process to re-orient attention to those stimuli with high affective or reward value. In the case described in this document, TD signals were no used.

For emotions, only the first stage is contemplated. The other two stages remain for future work. However, the first stage has provided a powerful tool for learning and recovery of stimuli with affective va-

lue. It also works with reward and punishment processes as motivators for affective evaluation of perceived stimuli. While these processes are more complex than what is expressed in the model, it is important to notice the importance that they have for both the evaluation of actions, as in the evaluation of perceived stimuli. This first stage of emotion, not only helps to generate emotions, it also shows to be helpful for selective attention and memory.

Also in this work we expose expected reward and expected punishment, it is difficult to show the differences between these processes and affective evaluation. This problem is because we use only affective values inputs to these processes. It would be very interesting to see the functionality of these processes using more entries as physiological motivation; however, these features we leave for future work,

It is important to notice that affective evaluation works over perceived objects that are formed not just with visual information like the one we assumed in the presented model. So, it is necessary to include other sensory modalities besides vision, and the selective attentional mechanism for them.

Even when the situation presented in the case study is simple, we believe that the behavior achieved can be used in simulation of real scenarios, e.g. in virtual life simulation in which different creatures need to survive and therefore they need to learn about the objects (dangerous or pleasant objects) that exist in the environment.

## **References**

- Anderson, B. A., Laurent, P. A., & Yantis, S. (2011a). Value-driven attentional capture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *108*(25), 10367-10371.
- Anderson, B. A., Laurent, P. A., & Yantis, S. (2011b). Learned value magnifies salience-based attentional capture. *PLoS One*, *6*(11).
- Barbas, H. (2009). Prefrontal Cortex: Structure and Anatomy. *Encyclopedia of Neuroscience*, *7*, 909-918.
- Barrett, L. F., & Bliss-Moreau, E. (2009). Affect as a Psychological Primitive. *Advances in Experimental Social Psychology*, *41*, 167-218.

- Bennett, M. (2011). The prefrontal-limbic network in depression: A core pathology of synapse regression. *Progress in Neurobiology*, *93*, 457-467.
- Bisley, J. W., & Goldberg, M. E. (2010). Attention, intention, and priority in the parietal lobe. *Annual review of neuroscience*, *33*, 1.
- Blood, A. J., & Zatorre, R. J. (2001). Intensely pleasure responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. *PNAS*, *98*, 11818-11823.
- Brodal, P. (2010). *The Central Nervous System*. Oxford University Press. Retrieved from <https://books.google.com.mx/books?id=iJl16yDNmr8C>
- Cave, K. R., & Bichot, N. P. (1999). Visuospatial attention: Beyond a spotlight model. *Psychonomic Bulletin & Review*, *6*(2), 204-223.
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews. Neuroscience*, *3*(3), 201-215. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1038/nrn755>
- Crick, F. (1984). Function of the thalamic reticular complex: the searchlight hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *81*(14), 4586-4590.
- Damasio, A. R. (1995). *Descartes' Error: Emotion Reason, and the Human Brain*. (A. R. Damasio, Ed.) Putnam Berkley Group, Inc.
- De la Fuente-Fernandez, R. (2009). The placebo-reward hypothesis: dopamine and the placebo effect. *ELSEVIER*, *15S3*, S72-S74.
- Della Libera, C., & Chelazzi, L. (2006). Visual selective attention and the effects of monetary rewards. *Psychological Science*, *17*(3), 222-227.
- Desimone, R., & Duncan, J. (1995). Neural Mechanisms of Selective Visual Attention. *Annual Review of Neuroscience*, *18*(1), 193-222. Retrieved from <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.ne.18.030195.001205>.
- Downing, P. E. (2000). Interactions between visual working memory and selective attention. *Psychological Science*, *11*(6), 467-473.
- Ehrenstein, W., Spillmann, L., & Sarris, V. (2003). Gestalt Issues in Modern Neuroscience. *Axiomathes*, *13*(3-4), 433-458. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1023/B%3AAXIO.0000007203.44686.aa>
- Fecteau, J. H., & Munoz, D. P. (2006). Saliency, relevance, and firing: a priority map for target selection. *Trends in cognitive sciences*, *10*(8), 382-390.
- Fuster, J. M. (2008). *The Prefrontal Cortex. Fourth Edition*. China: Elsevier.
- Geng, J. J., & Mangun, G. R. (2009). Anterior intraparietal sulcus is sensitive to bottom-up attention driven by stimulus saliency. *Journal of cognitive neuroscience*, *21*(8), 1584-1601.

- Goldstein, E. (2013). *Sensation and Perception*. Cengage Learning. Retrieved from <https://books.google.com.mx/books?id=fZnklywcQLwC>
- Groenewegen, H. J., & Trimble, M. (2007). The Ventral Striatum as an Interface Between the Limbic and Motor Systems. *CNS SPECTRUMS*, 12(12), 887-892.
- Gross, J. J. (1998). The emerging field of emotion regulation: An integrative review. *Review of General Psychology*. *Peer Reviewed Journal*, 2, 271-299.
- Gross, J. J. (2002). Emotion regulation - affective, cognitive and social consequences. *Psychophysiology*, 39, 281-291.
- Itti, L., & Borji, A. (2014). Computational Models: Bottom-Up and Top-Down Aspects. In A. C. Nobre, & S. Kastner (Eds.). Oxford: Oxford University Press.
- James, W. (1890). *The principles of psychology*. Harvard UP, Cambridge, MA.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (2000). *Principles of Neural Science, Fourth Edition*. NY: McGraw-Hill.
- Kriegel, U. (2014). Towards a New Feeling Theory of Emotion. *European Journal of Philosophy*, 22, 420-442.
- Leknes, S., & Tracey, I. (2008). A common neurobiology for pain and pleasure. *Nature Reviews Neuroscience*, 9, 314-320.
- Lindquist, K. A., Wager, T. D., Kober, H., Bliss-Moreau, E., & Barrett, L. F. (2012). The brain basis of emotion: A meta-analytic review. *Behavioral and Brain Sciences*, 35, 121-202.
- Maren, S. (1999). Neurotoxic Basolateral Amygdala Lesions Impair Learning and Memory But Not the Performance of Conditional Fear in Rats. *The Journal of Neuroscience*, 19(19), 8696-8703.
- Naqvi, N. H., Rudrauf, D., Damasio, H., & Bechara, A. (2007). Damage to the Insula Disrupts Addiction to Cigarette Smoking. *Science*, 315, 531-534.
- Newell, A. (1994). *Unified Theories of Cognition*. Harvard University Press.
- Palminteri, S., Justo, D., Jauffret, C., Pavlicek, B., Dauta, A., Delmaire, C., Czerneki, V., Karachi, K., Capelle, L., Durr, A., & Pessiglione, M. (2012). Critical Roles for Anterior Insula and Dorsal Striatum in Punishment-Based Avoidance Learning. *Neuron*, 76, 998-1009.
- Petersen, S. E., & Posner, M. I. (2012). The Attention System of the Human Brain: 20 Years After. *Annual Review of Neuroscience*, 35(1), 73-89. Retrieved from <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-neuro-062111-150525>
- Posner, M. I. (2011). *Cognitive Neuroscience of Attention* (Second Edition ed.). New York: Guilford Press.

- Russell, J. A., & Barrett, L. F. (1999). Core Affect, Prototypical Emotional Episodes, and Other Things Called Emotion: Deissecting the Elephant. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76, 805-819.
- Scherer, K. R. (1999). *Handbook of Cognition and Emotion*. (T. Dalgleish, & M. Power, Eds.) Oxford: Oxford University Press.
- Scherer, K. R., Schorr, A., & Johnstone, T. (2001). *Appraisal processes in emotion: Theory, methods, research. Series in affective science*. New York, O.U. Press.
- Serences, J. T., & Kastner, S. (2014). *The Oxford Handbook of Attention*. In A. C. Nobre, & S. Kastner (Eds.). Oxford University Press.
- Serences, J. T., & Yantis, S. (2006). Selective visual attention and perceptual coherence. *Trends in cognitive sciences*, 10(1), 38-45.
- Smith, K. S., & Berridge, K. C. (2007). Opioid Limbic Circuit for Reward: Interaction between Hedonic Hotspots of Nucleus Accumbens and Ventral Pallidum. *The Journal of Neuroscience*, 27(7), 1594-1605.
- Sun, R. (2009). Multi-Agent Systems for Society. In D. Lukose, & Z. Shi (Eds.), *Multi-Agent Systems for Society* (pp. 7-21). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Titchener, E. B. (1990). *Experimental psychology of the thought processes*. Oxford: Macmillan.
- Torres, G. A. (2013). *Metodología para el desarrollo de arquitecturas cognitivas basada en neurociencias*. Ph.D. dissertation, Cinvestav unidad Guadalajara.
- Trafton, J. G., Hiatt, L. M., Harrison, A. M., Tamborello, P., Khemlani, S. S., & Schultz, A. C. (2012). ACT-R/E: An embodied cognitive architecture for Human-Robot Interaction. *Journal of Human-Robot Interaction*, 1(1), 78-95.
- Vuilleumier, P. (2005). How brains beware: neural mechanisms of emotional attention. *Trends in cognitive sciences*, 9(12), 585-594.
- Wachter, T., Lungu, O. V., Liu, T., Willingham, D. T., & Ashe, J. (2009). Differential Effect of Reward and Punishment on Procedural Learning. *The Journal of Neuroscience*, 29 (2), 436-443.
- Whalen, P. J., & Phelps, E. A. (2009). *The human amygdala*. (1 edition). USA: T. G. Press.
- Wolfe, J. M. (2014). *The Oxford Handbook of Attention*. In A. C. Nobre, & S. Kastner (Eds.). Oxford University Press.
- Wundt, W. M. (1998). *Outlines of psychology*. (T. P. work published 1897). Bristol.
- Zhang, X., Zhaoping, L., Zhou, T., & Fang, F. (2012). Neural activities in V1 create a bottom-up saliency map. *Neuron*, 73(1), 183-192.



*Estudios sobre comportamiento y aplicaciones*  
*Volumen IV*

se terminó de imprimir en octubre de 2015  
en los talleres de Ediciones de la Noche.  
Guadalajara, Jalisco.

[www.edicionesdelanoche.com](http://www.edicionesdelanoche.com)

**E**l volumen IV de *Estudios sobre comportamiento y aplicaciones* es una obra que se publica en el marco del V Seminario Internacional sobre Comportamiento y Aplicaciones (SINCA) y junto con él constituye una muestra de la vitalidad, ímpetu y compromiso con el que los investigadores y estudiosos de las ciencias del comportamiento comunican sus reflexiones y hallazgos más recientes a estudiantes y colegas.

Este libro es producto del esfuerzo de académicos de diferentes universidades por continuar generando y sembrando el conocimiento a las nuevas generaciones, con la convicción de que se proseguirá la labor iniciada desde el primer SINCA, preservando el espíritu innovador con el que se ha originado este proyecto. Uno de sus principales objetivos es alentar la estrecha comunicación entre investigadores ya consolidados, jóvenes colegas y estudiantes de los diferentes grados. Esto con la intención de propiciar un intercambio académico, así como colaboraciones que fructifiquen en un creciente interés por avanzar en el estudio científico del comportamiento.



ISBN: 978-607-9371-55-5



9 786079 371555